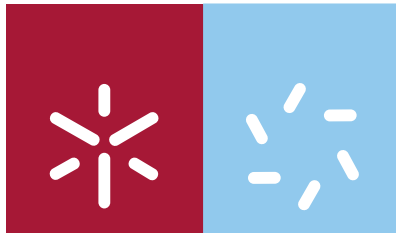


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Celso Fernando Neves de Oliveira Ribeiro

Fatores que afetam a pressão intraocular



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Celso Fernando Neves de Oliveira Ribeiro

Fatores que afetam a pressão intraocular

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho realizado sob a orientação de:

Professor Doutor Jorge Manuel Martins Jorge

Professor Auxiliar

Escola de Ciências

Universidade do Minho

Professor Doutor José Manuel González-Méijome

Professor Associado

Escola de Ciências

Universidade do Minho

Outubro de 2011

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura: _____

Fatores que afetam a pressão intraocular

Resumo

Existem bastantes factores relacionados com o estilo de vida que afetam a pressão intraocular. Tocar instrumentos de sopro, usar gravatas apertadas, usar óculos de natação apertados, o levantamento de pesos na musculação, a posição corporal, a prática de ioga, a ingestão de água ou de cafeína e o IMC, são actividades ou factores que podem aumentar a PIO. O exercício físico dinâmico e a acomodação são exemplos encontrados de factores que podem diminuir a PIO.

As bebidas energéticas são bebidas com alto teor de cafeína que são largamente consumidas em todo o mundo, principalmente por jovens estudantes. Desconhece-se, no entanto, qual o seu efeito na fisiologia ocular ou na PIO.

A investigação deste trabalho pretende avaliar a influência que a bebida energética, Red Bull®, tem na PIO, através do tonómetro de não contacto ORA (Ocular Response Analyser – Reichert).

Participaram neste estudo 22 estudantes universitários, com idades compreendidas entre os 18 e os 46 anos. A PIO foi avaliada antes e em 4 momentos após o consumo de 250 ml de Red Bull®.

Os resultados mostram que a PIOc aumenta significativamente, cerca de 1 mmHg, 60 minutos após o consumo da bebida energética, Red Bull®. Verificou-se também a existência de correlação positiva da idade com a PIOc, TAD e PPO; e do IMC com a PIOc, TAS, TAD e PPO.

Concluiu-se que esta bebida energética, mesmo que consumida em doses reduzidas, induz um aumento da PIO, que é mais significativa 60 minutos após a sua ingestão.

Factors that affect intraocular pressure

Abstract

There are several factors related to lifestyle that affect intraocular pressure. Playing wind instruments, wear ties tight, tight swimming glasses, lifting weights in weight training, body position, the practice of yoga, water or caffeine intake and body mass index (BMI), are activities or factors that may increase the intraocular pressure (IOP). The dynamic physical exercise and accommodation are some examples of factors that may decrease the IOP.

Energy drinks are beverages with high caffeine content that are widely consumed worldwide, especially by young students. Is unknown, however, that its effect on IOP or ocular physiology.

The main goal of this study was to evaluate the influence that the energy drink Red Bull® in IOP, obtained through the ORA non-contact tonometer (Ocular Response Analyser - Reichert).

Twenty two university students with a age range between 18 and 46 years participated in this study. The IOP was measured before and 4 times after consuming 250 ml of Red Bull ®.

The results show that significantly increases compensated intraocular pressure (IOPc) about 1 mm Hg, 60 minutes after consuming the energy drink Red Bull ®. There was also a positive correlation of age with IOPc, diastolic blood pressure and ocular perfusion pressure (OPP); and BMI with IOPc, systolic and diastolic blood pressure, and OPP.

It was concluded that this energy drink, even if consumed in low doses, induces an increase in IOP, which is more significant 60 minutes after ingestion.

Índice

Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Abreviaturas	xi
Capítulo 1 – Introdução	13
1.1 Glaucoma	13
1.2 Dinâmica do humor aquoso e PIO	14
1.2.1 Anatomia funcional	14
1.2.2 Características do humor aquoso	15
1.2.3 Fluxo do humor aquoso	16
1.2.4 Formação e composição do humor aquoso	17
1.2.5 Escoamento do Humor Aquoso	17
1.2.6 Tratamento para diminuição da PIO	18
1.3 Fatores que afetam a PIO	18
1.3.1 Flutuação da PIO	19
1.3.2 Manobra de Valsalva	19
1.3.3 Fatores que aumentam a PIO	20
i) Instrumentos musicais de sopro	20
ii) A posição corporal	21
iii) Ioga	22
iv) Uso de gravatas apertadas	23
v) Óculos de natação	23
vi) Levantamento de pesos (musculação)	24
vii) Cafeína	25
viii) Ingestão de água	26
ix) Índice de massa corporal	26
1.3.4 Fatores que diminuem a PIO	27
i) Exercício físico dinâmico	27
ii) Relação entre a acomodação e a PIO	28
1.4 Propriedades biomecânicas da córnea	28
1.5 Bebidas energéticas	29

1.5.1 Introdução	29
1.5.2 Bebidas energéticas e bebidas desportivas (isotónicas)	29
1.5.3 Aspetos regulatórios	29
1.5.4 Composição	30
1.5.5 Intoxicação por cafeína	32
1.5.6 Consumo de bebidas energética com álcool	33
1.5.7 Registo de casos clínicos	34
1.5.8 Efeitos da bebida energética na fisiologia ocular	34
1.5.9 Conclusão	35
Capítulo 2 – Material e método	37
2.1 Objetivo	37
2.2 Seleção da amostra	37
2.2.1 Critérios de inclusão e exclusão	37
2.2.2 Questionário	38
2.3 Material	38
2.4 Métodos	39
2.5 Análise estatística	40
2.5.1 Teste de normalidade da distribuição das variáveis	40
2.5.2 Testes paramétricos	40
2.5.3 Testes não paramétricos	41
2.5.4 Testes de correlação	41
2.6 Caracterização da amostra	42
Capítulo 3 – Resultados	45
3.1 Apresentação descritiva dos resultados	45
3.2 Variação da PIO	46
3.3 Variação das propriedades biomecânicas da córnea	47
3.4 Variação da tensão arterial e da frequência cardíaca	48
3.5 Variação da pressão de perfusão ocular	50
3.6 Correlação das variáveis idade e índice de massa corporal	51
3.6.1 Correlação da idade	51
3.6.2 Correlação do índice de massa corporal	53
Capítulo 4 – Discussão	57
Capítulo 5 – Conclusão	63
Capítulo 6 – Bibliografia	65

Abreviaturas

CH	Histerese corneal
CRF	Factor de resistência corneal
DP	Desvio padrão
GPAA	Glaucoma primário de ângulo aberto
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de massa corporal
PIO	Pressão intraocular
PIOc	PIO compensada pelas propriedades biomecânicas da córnea
PIOg	PIO correlacionada com a tonometria de Goldmann
PPO	Pressão de perfusão ocular
TAD	Tensão arterial diastólica
TAS	Tensão arterial sistólica

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Glaucoma

A Academia Americana de Oftalmologia em 1996 definiu o glaucoma como uma neuropatia ótica multifatorial em que existe uma perda adquirida de fibras do nervo ótico.

O glaucoma pode ser classificado em primário, quando o mecanismo da doença é desconhecido, ou secundário, quando um aumento na pressão intraocular ocorre secundariamente a outra doença ocular (1).

Glaucoma é frequentemente classificado em primário de ângulo aberto (GPAA), primário de ângulo fechado, secundário de ângulo aberto, secundário de ângulo fechado e congênito. Qualquer que seja o tipo de glaucoma ou a sua etiologia, quatro determinantes básicos necessitam de ser avaliados a fim de se estabelecer a extensão da doença e a quantidade de de lesão ocular, são eles: a pressão intraocular (PIO); o campo visual; a papila ótica e o ângulo da câmara anterior (1).

Segundo dados recentes da Organização Mundial de Saúde o glaucoma atinge cerca de 67 milhões de pessoas em todo o mundo e é a principal causa de cegueira irreversível.

Atualmente, o GPAA é o tipo de glaucoma mais frequente, ocorrendo em aproximadamente 90% de todos os doentes glaucomatosos (2). Metade dos doentes desconhecem que têm a doença porque não causa inicialmente nenhum sintoma. A doença vai progredindo tão lentamente, durante meses ou anos, que a pessoa não dá conta da perda periférica de visão. Se o glaucoma não for diagnosticado precocemente e devidamente tratado pode levar à perda de visão progressiva e à cegueira.

O glaucoma é uma doença multifatorial na sua origem, com fatores de risco genéticos e biológicos (demográficos) estabelecidos. No entanto, as principais causas da doença mantêm-se desconhecidas para muitos tipos de glaucoma (3).

A sua elevada prevalência tem vindo a suscitar cada vez mais preocupações, levando a que a *World Glaucoma Association (WGA)* e a *World Glaucoma Patient Association (WGPA)* criassem a 6 de março de 2008, o Dia Mundial do Glaucoma.

O tratamento do glaucoma baseia-se, principalmente, na redução da pressão intraocular, para melhorar o funcionamento do nervo ótico. A PIO baixa-se através da inibição do humor aquoso ou da promoção da excreção deste para fora do globo ocular. A PIO é,

portanto, o fator de risco mais importante para o diagnóstico do glaucoma e, por ser mensurável, assume uma importância significativa na prevenção e controle da doença.

1.2 Dinâmica do humor aquoso e PIO.

A secreção do humor aquoso e a regulação do seu escoamento são processos fisiologicamente importantes para a normal função do olho. No olho saudável, o fluxo do humor aquoso gera uma determinada pressão intraocular (cerca de 15mmHg) que é necessária para manter uma forma e propriedades óticas adequadas do globo ocular (3).

O conceito de PIO ‘normal’ é baseado em medições em massa na população. Na população adulta a pressão ocular média é de aproximadamente 16 mmHg, com um desvio padrão de 2,5 mmHg. Dois desvios padrão da média dão 21 mmHg e este valor é considerado com o limite superior da PIO normal (os jovens muitas vezes têm PIOs abaixo deste nível médio). O limite superior em adultos não é um ponto de corte absoluto, porque indivíduos com PIO acima de 22 mmHg ainda têm uma PIO ‘normal’ para os seus olhos. Em contraposição, alguns indivíduos desenvolverão lesão glaucomatosa com PIO abaixo de 21 mmHg (1).

Os fatores que regulam a PIO são os que alteram a taxa de produção ou a resistência à saída do humor aquoso (1). Assim, compreender o complexo mecanismo que regula a circulação do humor aquoso é essencial para se perceber e controlar a PIO.

1.2.1 Anatomia funcional

As principais estruturas oculares relacionadas com a dinâmica do humor aquoso são: o corpo ciliar (local de produção do humor aquoso), a malha trabecular e a via uveoscleral (principais locais de escoamento do humor aquoso) (3).

O corpo ciliar divide-se em dois segmentos: o anterior, *pars plicata*, e o posterior, *pars plana*. Na *pars plicata* encontram-se os processos ciliares, responsáveis pela produção de humor aquoso e que servem de sustentação para a zônula de Zinn, além dos músculos ciliares, que controlam a acomodação do cristalino. Na *pars plana*, o corpo ciliar apresenta-se como uma superfície plana e junta-se à coroide na ora serrata.

A malha trabecular é uma estrutura triangular e porosa em secção cruzada constituída por tecido conjuntivo e rodeada por tecido endotelial. É dividida em três componentes: trabeculado uveal, trabeculado córneo-escleral e tecido justacanicular (figura 1.1). O trabeculado uveal forma o bordo lateral da câmara anterior, estendendo-se desde a raiz da íris até à periferia da córnea. É constituído por tecido conjuntivo com aberturas

irregulares que podem medir entre 25 a 75 μm . O trabeculado córneo-escleral estende-se desde o esporão escleral até ao limite anterior do sulco escleral e é a porção mais extensa da malha trabecular.

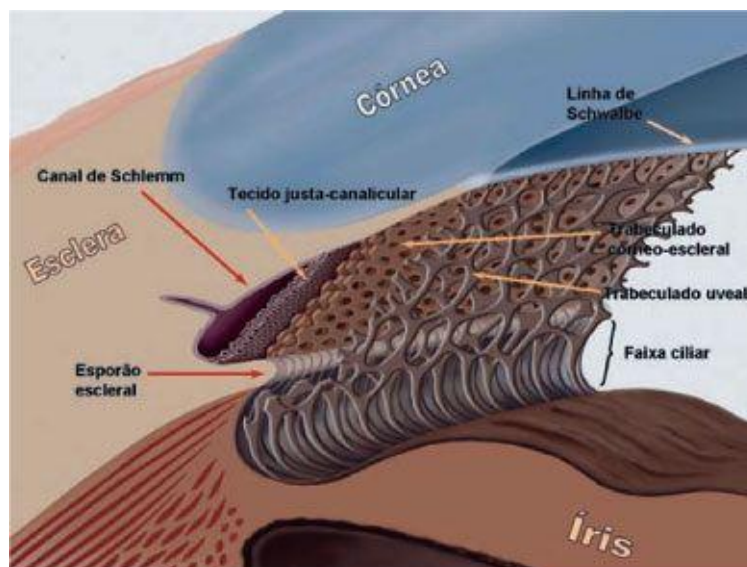


Figura 1.1- Anatomia do limbo córneo-escleral e sistema de escoamento da malha trabecular.

É composto por quatro camadas perfuradas que se vão tornando progressivamente mais pequenas junto ao canal de Schlemm. O tecido justacanicular é a parte mais externa da malha trabecular e é composta por uma camada de tecido conjuntivo revestido em ambos os lados por tecido endotelial. A camada central do tecido conjuntivo não é fenestrada e a parte externa do tecido endotelial compreende a parede externa do canal de Schlemm (3).

O canal de Schlemm é constituído por células endoteliais rodeadas por tecido conjuntivo, como uma veia. Possui canais coletores internos que por sua vez ligam-se às veias episclerais e conjuntivais.

A via não convencional (uveoescleral) é constituída pelo trabeculado uveal e pela face anterior do músculo ciliar (3).

1.2.2 Características do humor aquoso

O humor aquoso é um fluido límpido que preenche e ajuda a formar a câmara anterior e posterior do olho. O cristalino e a córnea devem manter-se transparentes para permitir a transmissão da luz, e, portanto, não podem ser vascularizados. O humor aquoso é como um substituto do sangue para estas estruturas não vasculares, fornece-lhes nutrientes, remove

produtos excretórios do metabolismo, transporta neurotransmissores, estabiliza a estrutura ocular e regula a homeostasia destes tecidos oculares. O humor aquoso permite ainda a circulação de mediadores e células inflamatórias em condições patológicas, assim como a distribuição de fármacos para as diversas estruturas oculares (3).

1.2.3 Fluxo do humor aquoso

O fluxo principal do humor aquoso começa na região do epitélio ciliar, flui passando além do equador do cristalino através da câmara posterior e da pupila para atingir a câmara anterior (figura 1.2) (1).

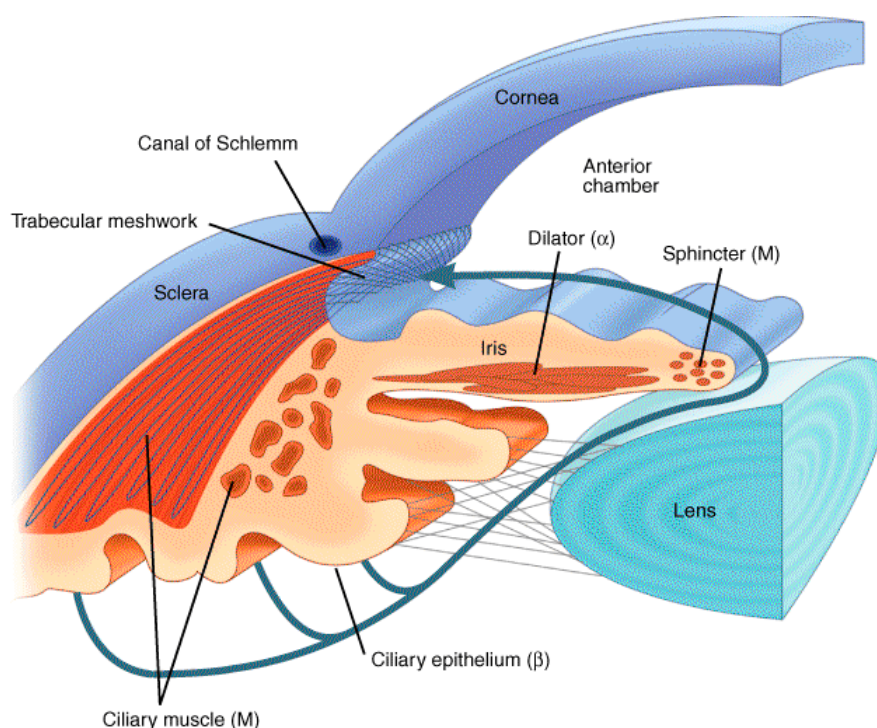


Figura 1.2- Fluxo e drenagem do humor aquoso.

Dentro da câmara anterior existe um gradiente de temperatura, criando um padrão de fluxo conectivo, em que a temperatura é mais fria junto à córnea e mais quente próxima do cristalino (3). O humor aquoso deixa a câmara a através de duas vias, a convencional e a não convencional. Na convencional o humor aquoso entra no canal de Schlemm pela malha trabecular. A seguir passa para dentro de canais coletores e veias de aquoso para atingir as veias episclerais. A resistência ao fluxo é máxima na malha trabecular. Uma pequena quantidade do humor aquoso (cerca de 10%) também deixa o olho, drenando-se para dentro do espaço supracoroide, que é conhecido como saída uveoscleral ou via não convencional de saída.(1). Na via não convencional o humor aquoso passa pela face do corpo ciliar e pela

raiz da íris em direção ao músculo ciliar e espaço supracoroideo, escoando-se através das veias da coroide e da esclera (3).

1.2.4 Formação e composição do humor aquoso

A taxa de renovação do humor aquoso é estimada em cerca de 1 a 1,5% por minuto do volume da câmara anterior, ou seja, $2,4 \pm 0,6 \mu\text{l/min}$, demorando cerca de 110 minutos para uma renovação completa. As variações diurnas do fluxo do humor aquoso reflete uma padrão conhecido como ritmo circadiano: o fluxo é cerca de $3 \mu\text{l/min}$ de manhã, $2,4 \mu\text{l/min}$ à tarde, caindo para $1,5 \mu\text{l/min}$ à noite. No entanto, o mecanismo biológico que controla este ritmo é pouco conhecido.

A composição do humor aquoso depende não só da natureza da sua produção, mas também das interações metabólicas que ocorrem entre os vários tecidos durante o seu trajeto. Os principais componentes do humor aquoso são: iões orgânicos e inorgânicos, carboidratos, glutathione, ureia, aminoácidos e proteínas, oxigénio, dióxido de carbono e água (3).

1.2.5 Escoamento do Humor Aquoso

Na via convencional, o fluxo do humor aquoso passa através da estrutura colagénica fenestrada da malha trabecular, que atua como uma ‘válvula amortecedora’ dentro da câmara anterior mantendo o seu volume, para o canal de Schlemm . Alterações na resistência ao fluxo de saída, em virtude da idade ou doença, resultarão na necessidade de um patamar de pressão mais alto para manter a mesma vazão de saída de líquido do olho. Isto por sua vez resulta numa PIO mais alta que poderá ser um precursor de GPAA em alguns pacientes (1).

Depois de deixar o canal de Schlemm, o humor aquoso entra nas veias do aquoso e consequentemente, mistura-se com o sangue nas veias episclerais , onde a pressão é aproximadamente 8-10 mmHg (3).

Alterações na dinâmica do humor aquoso devido ao glaucoma ou à idade têm sido estudadas desde à décadas. Mais recentemente, foram desenvolvidas técnicas que confirmam os estudos que mostram que o escoamento do humor aquoso diminui com a idade e no glaucoma, tendo sido também demonstrado que o escoamento uveoscleral também diminui nestas condições. Estudos morfológicos em olhos glaucomatosos e em indivíduos idosos mostram um aumento na acumulação de material extracelular, tanto na malha trabecular como no músculo ciliar, e a perda de células na malha trabecular,

contribuindo para a redução do escoamento do humor aquoso e resultando num aumento da PIO (4).

1.2.6 Tratamento para diminuição da PIO

A atual terapia farmacológica para diminuir a PIO no glaucoma consiste em inibir a produção do humor aquoso ou aumentar o fluxo do seu escoamento. Por exemplo, os inibidores da anidrase carbônica reduzem a produção de humor aquoso, pela via tópica ou sistêmica, por meio das células do epitélio do corpo ciliar; os agonistas das prostaglandinas aumentam o escoamento do humor aquoso pelas vias convencional e não convencional; outros fármacos como os agonistas adregénicos diminuem a resistência ao escoamento do humor aquoso através de mecanismos não completamente compreendidos.

As terapias cirúrgicas também procuram diminuir a PIO inibindo a produção de humor aquoso ou melhorando o seu escoamento. Por exemplo, a ciclotocoagulação por laser procura destruir parcialmente o corpo ciliar para fazer diminuir a produção de humor aquoso. Em contraste, a trabeculoplastia por laser modifica a malha trabecular de maneira a diminuir a resistência do fluxo. Outras cirurgias, como a trabeculectomia ou a colocação de implantes de drenagem, permitem a derivação do fluxo do humor aquoso através ou próxima da malha trabecular, diminuindo a resistência à sua passagem. Outras novos procedimentos cirúrgicos, como a canaloplastia (dilatação do canal de Schlemm) ou ciclodíalise, têm como objetivo aumentar o escoamento do fluxo através da abertura de canais de drenagem já existentes ou criando novas vias de saída (3).

1.3 Fatores que afetam a PIO

Existem determinadas atividades ou comportamentos relacionados com o estilo de vida e outros fatores que modificam transitoriamente os valores da PIO basal.

Na avaliação do impacto clínico que estes fatores poderão ter na PIO é importante reconhecer a magnitude e duração dessa alteração associadas ao estilo de vida das pessoas.

De uma maneira geral existem ainda poucos estudos que, consistentemente, apontem uma conclusão, no entanto existem alguns indicadores que podem ter muita relevância no controlo da PIO.

1.3.1 Flutuação da PIO

Embora a maioria dos estudos que avaliam a correlação entre PIO e glaucoma determinem a PIO como um valor isolado ou na média de duas ou mais medidas ao longo do tempo, sabe-se que os valores da PIO estão sujeitos a flutuações cíclicas ao longo do dia. Há determinados pacientes que desenvolvem glaucoma apesar dos valores de PIO serem considerados dentro dos limites normais. Isto pode ser explicado pelas flutuações da PIO durante o dia ou ser o resultado de picos de pressão não detetados durante o exame clínico (5). A flutuação média diária da PIO em indivíduos saudáveis varia de 3 a 6 mm Hg, mas em pacientes com glaucoma essa amplitude pode ser bastante maior. Todavia, tanto em indivíduos saudáveis como em indivíduos com glaucoma a amplitude desta flutuação pode ser extrema, com padrões de amplitude a variar de indivíduo para indivíduo e com picos de pressão noturnos ou diurnos (6). Pacientes glaucomatosos com maiores flutuações na PIO têm maior risco de progressão da doença do que aqueles com pequenas ou sem flutuações, independentemente da PIO basal (6)(7).

Atualmente a flutuação da PIO é considerada um fator de risco para a progressão do glaucoma (5) e a sua avaliação consiste na detecção de picos de pressão não observados anteriormente através de medidas isoladas.

A Monitorização da PIO em vários momentos ao longo de 24 horas- chamada *curva tensional diária*- pode ser considerada o melhor método para avaliar a flutuação da PIO, no entanto este método requer admissão hospitalar, e por isso nem sempre é clinicamente exequível. Em alternativa a este método a *curva tensional modificada* tem sido uma prática comum e consiste em cinco ou seis medições diurnas da PIO (8-18h) (5), no entanto não são avaliadas os picos noturnos, subestimando-se as flutuações da PIO. Outro possível método para avaliar PIO é o *teste de sobrecarga hídrica*, que consiste em ingerir um determinado volume de água (vulgarmente 1 litro) num curto espaço de tempo e comparar a PIO antes e após este procedimento. Ao pressionar o fluxo de escoamento do humor aquoso, o teste de sobrecarga hídrica provoca elevação na PIO que pode ser comparada às flutuações diárias da PIO. Este método é considerado atualmente um preditor de picos de PIO e, por conseguinte, da flutuação da PIO (6).

1.3.2 Manobra de Valsalva

A manobra de Valsalva consiste em uma exalação forçada contra a glote fechada, levando a um súbito aumento da pressão intratorácica (8). É realizada durante muitas

condições fisiológicas, patológicas e em certas atividades, como por exemplo, tossir, vomitar, defecar, levantar ou empurrar objetos pesados, espreguiçar, tocar instrumentos de sopro e na fase expulsiva do trabalho de parto (9).

Existe uma relação entre a realização da manobra de Valsalva e o aumento da PIO. A contração dos músculos abdominais e torácicos, causa um aumento na pressão venosa intratorácica que é transmitido pelas veias jugulares, orbitais e vorticosas até à coróide, provocando um ingurgitamento vascular. Este ingurgitamento aumenta o volume da coróide, que associado a um aumento na pressão das veias episclerais, provoca um incremento da PIO (8).

Em 2010 foi publicado um estudo por Aykan U. *et al* com o objetivo de avaliar o efeito agudo da manobra de Valsalva na PIO e na amplitude do pulso ocular, em 55 jovens saudáveis. A média da PIO inicial foi de 17.2 ± 2.9 mmHg e durante a manobra de Valsalva foi de 19.8 ± 4 mmHg ($p=0.001$). Os autores concluíram que a PIO aumenta significativamente durante a manobra de Valsalva enquanto que a amplitude do pulso ocular mantém-se estável (9).

Há estudos que reportam que o glaucoma normotensivo é mais comum em pacientes expostos a aumentos de PIO causados por atividades que causam pressões intratorácicas e intra-abdominais frequentes, como é o caso dos músicos de instrumentos de sopro ou levantadores de pesos; ou em doentes crónicos com obstrução do trato urinário ou intestinal e asmáticos (9).

1.3.3 Fatores que aumentam a PIO

i) Instrumentos musicais de sopro

Os praticantes de instrumentos musicais de sopro de alta resistência, como o trompete ou oboé, ou de baixa resistência, como o saxofone ou clarinete, podem sofrer aumentos de PIO transitórios.

Num estudo transversal de 2000, realizado por Schuman *et al*, entre músicos de instrumentos de sopro de Bóston foi registado um aumento transitório da PIO enquanto tocavam os respetivos instrumentos, sendo este aumento resultado, em parte, do ingurgitamento uveal. A magnitude deste aumento é maior em músicos de instrumentos de alta resistência (podendo a PIO duplicar em 20 segundos em praticantes de oboé) do que em músicos de instrumentos de baixa resistência. Foram também detetadas alterações de campo visual em praticantes de instrumentos de alta resistência em comparação com outros

músicos, estando esta alteração relacionada com os anos de prática do instrumento. Os autores concluem também que o aumento intermitente da PIO durante a prática de instrumentos de alta resistência poderá originar danos glaucomatosos e levar também a diagnósticos errados de glaucoma normotenso (11).

Em outro estudo, realizado por Kappymeyer e Lanzl, em 2010, envolvendo 29 músicos amadores, foi observado um aumento médio da PIO de cerca de 9,2 mmHg ($p < 0.001$) durante a prática de instrumentos de alta resistência, cujo valor máximo registado foi de 42 mmHg. Foi também estabelecida uma correlação negativa, após o desempenho do músico, entre o valor da PIO aumentado e o respetivo valor inicial registado. Por fim, os autores também concluem que as alterações da PIO verificadas durante a prática de instrumentos de sopro de alta resistência poderá ser um fator de risco para o aparecimento de danos glaucomatosos no nervo ótico (12).

ii) A posição corporal

Existem inúmeros estudos que relatam a influência das alterações posturais na flutuação da PIO, apontando essas alterações como um fator importante na elevação da PIO durante o período noturno (24).

Jorge *et al* , num estudo publicado em 2010, avaliaram a influência da posição corporal (posição vertical vs. decúbito supino) na PIO em jovens universitários saudáveis. Na posição de decúbito supino a média da PIO aumentou $2,47 \pm 2.12$ mmHg em comparação com o valor obtido na posição vertical ($p < 0.001$) (25).

Num estudo recente em 2010, Alasbali *et al* avaliaram as flutuações da PIO durante a noite em 17 pacientes com glaucoma. Os autores comparam as PIO medidas na posição de cabeça deitada e elevada a 30°, em noites distintas. A maioria dos pacientes, 94%, tinham valores de PIO mais baixos na posição elevada a 30°, tendo havido uma significativa diminuição da PIO média de 3.2 mmHg ($p = 0.03$) (26) (24).

O aumento da PIO que acompanha as variações posturais, parece resultar de um congestionamento vascular da coróide e de um aumento da pressão venosa episcleral. De facto, como a maioria dos estudos comprovam, a PIO pode sofrer alterações devido a variações da posição do corpo ou da cabeça, e a magnitude dessas alterações parece variar de acordo com o ângulo de inclinação postural (24).

Como cerca de um terço a um quarto do dia passamos na posição horizontal, será sensato aconselhar os pacientes com glaucoma a dormir com a cabeça ligeiramente

elevada, atenuando-se assim o aumento da PIO (41). Esta questão também se torna pertinente em doentes acamados, assim como em doentes submetidos a prolongadas intervenções cirúrgicas e com períodos de recuperação longos. Para estas pessoas pode haver um maior risco de sofrer danos oculares relacionados com a elevação da PIO (42).

iii) Ioga

A prática de Ioga tem aumentado de popularidade em todo o mundo, inclusive nos Estados Unidos e Europa. Para além de um modo de exercício físico, esta prática tem também sido recomendada como alternativa terapêutica a certas doenças crónicas (13).

Sirsasana é um exercício postural realizado pela grande maioria dos praticantes e que consiste em fazer o pino com as mãos atrás da nuca e a cabeça pousada no chão. Existem vários artigos que associam o efeito desta postura a uma subida da PIO, sendo esta subida justificada pelo aumento da pressão venosa episcleral ou pelo aumento do volume coroidal provocada por ingurgitamento vascular (16).

Num estudo na Índia, realizado em 2005 por Baskaran *et al*, e envolvendo 75 praticantes de ioga, a PIO foi monitorizada em intervalos fixos durante a realização da postura *Sirsasana*. O aumento médio da PIO foi de aproximadamente duas vezes o valor da PIO inicial (aumento de 15.1 ± 4.1 mmHg), tendo sido mantida durante os cinco minutos da execução do exercício; a PIO diminui imediatamente para os valores iniciais logo após a cessação do mesmo. Todavia, não foi encontrada uma maior prevalência de hipertensão ocular neste grupo de praticantes de ioga, nem foi estabelecida qualquer correlação entre os fatores de risco de glaucoma e o aumento da PIO durante o exercício postural (14).

De Barros *et al* concluem, num estudo publicado em 2008, que o aumento transitório da PIO durante os exercícios de ioga podem levar a uma progressiva neuropatia ótica glaucomatosa especialmente em pacientes suscetíveis com glaucoma congénito (13).

Têm sido documentados alguns casos de praticantes de ioga (que realizavam rotineiramente a postura *Sirsasana*) com história clínica de glaucoma e que apresentavam significativa progressão da doença com consequente alteração de campo visual (13)(15)(16).

Estes casos mostram a importância da anamnese e como, por vezes, certos e inesperados hábitos pessoais podem influenciar patologias oftalmológicas. Pacientes com historial de glaucoma devem ser aconselhados a não praticar determinados exercícios de ioga (16).

iv) Uso de gravatas apertadas

Muitos pacientes usam gravatas ou colarinhos apertados no dia a dia, mesmo durante um exame visual de rotina onde é medida a PIO. Podemos então colocar a hipótese de que esta situação possa provocar uma elevação da PIO levando a um diagnóstico errado de hipertensão ocular ou mesmo de glaucoma.

Em 2003, num estudo realizado por Teng *et al*, em 20 sujeitos saudáveis e 20 pacientes com glaucoma foi avaliada a PIO a cada indivíduo em três fases: com o colarinho solto; após três minutos com uma gravata apertada; e por fim três minutos após se ter desapertado a gravata e o colarinho. A PIO aumentou em média 2.6 ± 3.9 mmHg ($p=0.008$) nos sujeitos saudáveis e 1.0 ± 1.8 mmHg ($p=0.02$) nos pacientes com glaucoma, voltando praticamente aos valores iniciais na última avaliação. Apesar do aumento não ser acentuado após o aperto da gravata, 70% dos sujeitos normais e 60 % dos pacientes com glaucoma evidenciaram um incremento na PIO havendo, por isso, significância clínica em ambos os grupos. Segundo os autores o mecanismo responsável por este aumento, deve-se, provavelmente, ao facto de que uma gravata apertada possa comprimir as veias jugulares do pescoço, elevando a pressão venosa e consequente pressão episcleral, que por sua vez eleva a PIO. Como conclusão referem que o uso de gravatas apertadas pode aumentar a PIO em indivíduos suscetíveis, ser um elemento de confusão na determinação da PIO e ser considerado um fator de risco para o aumento da PIO (17).

Noutro estudo semelhante, publicado por Talty e O'Brien em 2005, envolvendo 18 indivíduos saudáveis e 19 indivíduos com glaucoma, a PIO foi avaliada não só após 3 minutos de uso de gravata mas também ao fim de 15 minutos. Apenas ocorreu um aumento significativo na PIO após 3 minutos de uso de gravata no grupo de glaucoma, mas este aumento foi seguido de uma diminuição significativa na PIO após 15 minutos de uso. Os autores advogam a hipótese de que um mecanismo autorregulatório compensa as oscilações da PIO devido a alterações da pressão venosa, sendo portanto não necessário desaconselhar o uso de gravata apertada durante longos períodos em pacientes com glaucoma(18).

v) Óculos de natação

Os óculos de natação exercem uma determinada pressão no tecido periocular podendo influenciar a PIO. Os nadadores que usam estes óculos estão sujeitos a esta pressão que consequentemente podendo influenciar a progressão do glaucoma em pacientes suscetíveis. Em 2007, Ma et al analisaram 30 olhos de 30 voluntários saudáveis, com o objetivo de

analisar o efeito dos óculos de natação na PIO e na circulação sanguínea na cabeça do nervo ótico. Mediram a PIO em cada sujeito antes e imediatamente após a colocação dos óculos de natação; 5, 10, 30 e 60 minutos após a colocação dos óculos; e imediatamente após a remoção dos óculos. O média da PIO inicial foi de 11.88 ± 2.82 mmHg, aumentando 2.32 mmHg ($p < 0.05$), para 14.20 ± 2.82 mmHg, imediatamente após a colocação dos óculos. Nos 60 minutos seguintes com os óculos colocados a média da PIO manteve-se aproximadamente constante (14.63 ± 2.92 mmHg), tendo retornado para os valores normais imediatamente após a remoção dos óculos (11.78 ± 2.89 mmHg). Não houve alteração significativa do fluxo sanguíneo da cabeça do nervo ótico. Os autores concluem que, apesar do estudo ter sido realizado em sujeitos saudáveis, estes factos devem ser considerados na monitorização do paciente com glaucoma (19).

vi) Levantamento de pesos (musculação)

As semelhanças entre o levantamento de pesos e a realização da manobra de Valsalva leva a supor que existe um aumento da PIO durante a execução deste exercício.

Em 2006, Vieira *et al*, num estudo prospetivo com trinta jovens saudáveis avaliaram a variação da PIO durante o levantamento de pesos em supino. Cada indivíduo usou 80% da sua capacidade máxima em levantar pesos e foi medida a PIO inicial em supino. Foram utilizados dois modos de exercício em que ambos os olhos de cada indivíduo foram usados separadamente. No modo I, o indivíduo executava 4 repetições, exalando quando levantava o peso e inalando quando baixava. Na última repetição era instruído para não exalar mas para sustentar a respiração enquanto era medida a PIO no olho direito. No modo II, após 1 hora de descanso, o indivíduo era instruído para respirar normalmente na última repetição enquanto era medida a PIO no OE. A PIO foi novamente avaliada no OE um minuto após o fim do exercício. A média da PIO, no modo I, antes do exercício foi de 18.6 ± 4.2 mm Hg e durante o exercício foi de 23.0 ± 5.6 mmHg, o que corresponde a um incremento médio de 4.3 ± 4.2 mmHg ($p < 0.001$). O aumento da PIO verificado em 90% dos indivíduos. No modo II, a média da PIO antes do exercício foi de 18.8 ± 4.6 mm Hg e durante o exercício foi de 21 ± 5.1 mm Hg, correspondendo a um aumento pequeno mas significativo da PIO de 2.2 ± 3.0 mmHg ($p < 0.001$). Foi observada um incremento da PIO em 62% dos indivíduos. Um minuto após o fim do exercício a PIO baixou para 17.5 ± 3.6 mmHg, verificando-se uma diminuição pequena mas significativa de 1.3 ± 2.9 mmHg ($p < 0.02$).

O aumento da PIO durante o levantamento de pesos pode ser devido à manobra de Valsalva, que, em associação com a contração dos músculos abdominais e torácicos, cause

um aumento extra na pressão venosa intratorácica. Este aumento de pressão é transmitido pelas veias jugulares, orbitais e vorticosas até à coroide, provocando o seu ingurgitamento. Este aumento do volume da coroide e um aumento na pressão das veias episclerais levam a um incremento da PIO.

Os autores concluíram que o levantamento de pesos (musculação) poderá ser um potencial fator de risco para o desenvolvimento ou progressão do glaucoma. O aumento intermitente da PIO durante o levantamento de pesos deverá ser questionado em pacientes com glaucoma de tensão normal que realizam este tipo de exercícios (8).

vii) Cafeína

A cafeína é largamente consumida em todo o mundo diariamente, em várias formas de comida ou bebida, como no café, no chá, nos refrigerantes de cola ou no chocolate.

A maioria dos estudos mostra que a ingestão de cafeína, como uma chávena de café, pode causar um aumento transitório na PIO de aproximadamente 2 mm Hg durante um período de 2 horas, enquanto que outras bebidas descafeinadas causam alterações negligenciáveis na PIO. Apesar de uma bebida cafeinada poder produzir um modesto e transitório efeito hipertensivo ocular, é possível que o repetido consumo de cafeína ao longo do dia cause uma sustentada e clinicamente significativa elevação da PIO, que por sua vez poderá levar ao aumento do risco de desenvolvimento de glaucoma.(21). O mecanismo pelo qual a cafeína possa influenciar a PIO não está esclarecido pelo facto desta provocar variados efeitos farmacológicos nos processos celulares. Todavia, parece evidente que a cafeína possa despoletar um aumento na produção do humor aquoso e também um aumento da pressão arterial, causando, desta forma, uma elevação da PIO(21).

Em 2010, foi publicado por Li *e tal* um estudo de revisão e metanálise, que teve como objetivo resumir quantitativamente o efeito da cafeína na PIO em indivíduos saudáveis e em pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular. Nos indivíduos saudáveis (n=103), a PIO medida 30, 60 e 90 minutos pós-intervenção não foi afetada pela ingestão da cafeína. A diferença da média ponderada (IC 95%) em cada tempo medido foi de -0.740, 0.522 e 0.580 mmHg, respetivamente. Contudo, em pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular, a PIO aumentou em cada tempo de medida, com uma diferença média ponderada (IC 95%) de 0.347, 2.395 e 1.998 mmHg, respetivamente. Os autores concluem que para indivíduos normais a PIO não é afetada pela ingestão de cafeína, enquanto que para pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular a PIO aumenta significativamente cerca de 2 mmHg (22).

viii) Ingestão de água

Tem sido demonstrado que beber uma quantidade substancial de água (aproximadamente 1 litro), num curto espaço de tempo, pode levar a uma elevação significativa da PIO tanto em indivíduos saudáveis como em indivíduo com glaucoma (23).

Em 2010, foi realizado um estudo por Read e Collins em 21 jovens adultos saudáveis, com o objetivo de investigar a influência da ingestão de água na PIO, na amplitude do pulso ocular e no comprimento axial do olho. A PIO e o comprimento axial foram medidos antes e 10, 15, 25 e 30 minutos após a ingestão de 1 litro de água em cinco minutos. A PIO média inicial foi de 15.65 ± 0.44 mmHg. Foram registados aumentos significativos da PIO ($p < 0.0001$) após a ingestão de água, tendo o maior sido de 2.24 ± 0.31 mmHg e ocorrido 10 minutos após a ingestão de água. Os restantes valores foram de 1.67 ± 0.23 , 1.59 ± 0.29 e 0.93 ± 0.22 mmHg, correspondendo a 15, 25 e 30 minutos após a ingestão de água, respetivamente. O comprimento axial sofreu uma significativa diminuição ($p = 0.0005$), com a maior redução ter ocorrido também 10 minutos após a ingestão de água (12 ± 3 μ m). Segundo os autores, esta diminuição poderá ter a ver com alterações na espessura da coroide; dado o seu grande fluxo sanguíneo e permeabilidade vascular, é plausível que uma hidratação sistémica possa aumentar o seu volume, fazendo diminuir o comprimento axial do olho. Assim, um aumento da PIO após a ingestão de água poderá ser em parte devido a um aumento do volume da coroide. É também colocada a hipótese de que uma alteração da hidratação de um indivíduo ao longo do dia possa potencialmente contribuir para as variações diurnas da PIO (23).

ix) Índice de massa corporal

O índice de massa corporal (IMC) é determinado pela divisão da massa do indivíduo pelo quadrado de sua altura, onde a massa está em quilogramas e a altura está em metros. Representa o equilíbrio entre o consumo alimentar e a energia despendida e é um bom medidor da gordura corporal ajustado para a altura em adultos. Um IMC elevado representa um fator de risco para determinadas doenças, como por exemplo diabetes tipo 2, hipertensão, gota, doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais (27).

Muitos estudos documentam uma associação positiva entre o IMC e a PIO (27). Num estudo de 2000, envolvendo 25.216 adolescentes e adultos japoneses, Mori *et al* encontraram que um maior IMC estava associado a uma elevada PIO, ajustando a idade,

o sexo e a tensão arterial. Os autores sugerem que a obesidade é um fator de risco independente para o aumento da PIO e que o mecanismo que explica esse aumento pode ser devido a um excesso de gordura intraorbitária que leva a um incremento da pressão venosa episcleral e a uma consequente diminuição do escoamento do humor aquoso (44).

1.3.4 Fatores que diminuem a PIO

i) Exercício físico dinâmico

O exercício físico dinâmico, como corrida, ciclismo ou natação, envolve predominantemente atividade muscular isotônica e requer metabolismo aeróbico (32). As vantagens da sua prática para a saúde geral são inegáveis, além do mais parece ter um efeito benéfico na PIO.

De uma maneira geral o exercício físico baixa a PIO, no entanto o mecanismo exato responsável por essa redução não é totalmente conhecido (27). A magnitude da redução da PIO está relacionada com a intensidade do exercício realizado. Num estudo transversal envolvendo indivíduos saudáveis, a redução da PIO registada cinco minutos após a realização de 15 minutos de exercício a 40 % da frequência cardíaca máxima foi de 0.9 mmHg versus 4.7 mmHg, após a realização da mesma duração de exercício mas a 80% da frequência cardíaca máxima (28). O efeito hipotensivo do exercício físico não está limitado a apenas aos indivíduos saudáveis. Por exemplo, em indivíduos sedentários suspeitos de ter glaucoma a PIO média diminuiu 4.6 ± 0.4 mmHg ($p < 0.001$) após 3 meses de exercício físico aeróbico (29). Em outro estudo, verificou-se uma diminuição da PIO após exercício aeróbico, tanto em indivíduos saudáveis como em pacientes sob tratamento antiglaucomatoso (30). Há também dados que sugerem que as pessoas fisicamente ativas têm valores de PIO menores. Qureshi et al, num estudo publicado em 1996, referem que entre empregados de uma fábrica de aço, os trabalhadores sedentários apresentavam médias de PIO 1.9 ± 0.7 mmHg superiores ao dos trabalhadores sujeitos a trabalhos forçados (31). Todavia, o efeito hipotensivo do exercício dinâmico tem uma curta duração em indivíduos sedentários (menos de 1h) (33) e prolonga-se por apenas algumas semanas (de 1 a 3) em indivíduos que cessem a atividade física regular (29).

ii) Relação entre a acomodação e a PIO

A influência da íris e do músculo ciliar, duas estruturas contrácteis, na resistência do escoamento do humor aquoso também tem sido estudada. Os tendões anteriores do músculo ciliar inserem-se na porção externa do trabeculado córneo-escleral e no tecido justacanicular. Durante a contração, os músculos ciliares movem-se na direção anterior e interna, provocando uma dispersão da malha trabecular e uma dilatação do canal de Schlemm, diminuindo deste modo a resistência do escoamento do humor aquoso. Durante a o relaxamento acontece o oposto, ou seja, aumenta a resistência do escoamento do humor aquoso (3). Por esta razão a PIO pode aumentar com a acomodação e o inverso pode ocorrer quando há relaxamento dos músculos ciliares.

1.4 Propriedades biomecânicas da córnea

Tem sido demonstrado que a medição da PIO com os tonómetros convencionais é sensível às variações da espessura da córnea. De facto, pacientes com espessuras de córneas mais finas têm maior risco de sofrer de glaucoma normotenso . No entanto, as propriedades biomecânicas da córnea podem variar significativamente sem variar a espessura da córnea, e isto pode também afetar a fiabilidade da medição da PIO. Todos os tonómetros que medem a PIO através da aplicação de uma pressão na córnea estão sujeitos a um efeito de resistência da córnea. Essa resistência é um parâmetro composto que engloba as propriedades do material e a geometria do tecido corneal (46).

O Ocular Response Analyser (ORA; Reichert Inc, Depew, NY, EUA) é um tonómetro de sopro que permite uma avaliação clínica e direta das propriedades biomecânicas da córnea. O principal parâmetro biomecânico medido pelo ORA é a histerese corneal (CH, *corneal hysteresis*), que é definido como a diferença de pressão entre os dois momentos de aplanamento, quando a córnea é sujeita a stress e a relaxamento. O CH é consequência das propriedades viscoelásticas da córnea e forma a base para um parâmetro seu derivado, o coeficiente de resistência corneal (CRF, *corneal resistance factor*) (45). O ORA fornece ainda duas medidas da PIO. Uma que é equivalente à tonometria de aplanção de Goldman, (PIOg) e outra que é compensada pela propriedades biomecânicas da córnea (PIOc).

1.5 Bebidas energéticas

1.5.1 Introdução

As bebidas energéticas são bebidas estimulantes com cafeína concebidas principalmente para aumentar a resistência física do consumidor (36). O seu consumo encontra-se amplamente disseminado entre adolescentes e estudantes.

Desde a introdução da Red Bull na Áustria em 1987 e nos Estados Unidos em 1997, o mercado das bebidas energéticas tem crescido exponencialmente. Atualmente existem centenas de diferentes marcas no mercado, desde bebidas contendo uns modestos 50mg de cafeína até bebidas contendo uns alarmantes 505mg por lata ou garrafa de 24 oz (723ml) (35). A Red Bull é líder mundial de vendas, estando atualmente presente em 162 países e só em Portugal, em 2007, foram vendidas mais dez milhões de latas (10).

1.5.2 Bebidas energéticas e bebidas desportivas (isotónicas)

As bebidas energéticas são muitas vezes confundidas com as bebidas desportivas (isotónicas). Nas lojas ambas encontram-se expostas lado a lado, levando o consumidor a pensar que são produtos similares; e é comum os desportistas consumirem uma bebida energética, rica em cafeína, quando apenas querem hidratar-se após o exercício. Enquanto as bebidas desportivas promovem efetivamente a hidratação e restabelecem os eletrólitos e os carboidratos, os elevados níveis de cafeína nas bebidas energéticas têm efeitos diuréticos, aumentando o fluxo urinário e a natriurese. Deste modo, as bebidas energéticas podem ter um efeito desidratante após o exercício físico (35).

1.5.3 Aspectos regulatórios

Vários países promulgaram medidas para regular a rotulagem, distribuição e vendas das bebidas com alto teor de cafeína. A União Europeia exige que na rotulagem destes produtos seja mencionado o “elevado teor de cafeína”. No Canadá os rótulos de Red Bull® têm de ter a indicação que não devem ser consumidos com álcool e que a dose máxima diária recomendada não ultrapasse as 2 latas de 250 ml. A Noruega restringe a venda de Red Bull® nas farmácias enquanto que a França e a Dinamarca chegaram a proibir a venda de Red Bull em 2004 (34).

Nos Estados Unidos, o maior consumidor mundial por volume de bebidas energéticas, não é exigida na sua rotulagem qualquer advertência para o seu consumo adequado ou a simples menção da quantidade de cafeína que o produto contém. De facto, é bastante inconsistente de que nos Estados Unidos um medicamento estimulante de venda livre, contendo 100 mg de cafeína por comprimido, tenha de incluir no seu rótulo uma série de indicações e advertências para o seu consumo, enquanto que uma bebida energética contendo 500 mg de cafeína possa ser vendida livremente sem qualquer tipo de avisos e sem indicação da quantidade de cafeína que possui (34).

1.5.4 Composição

Numa bebida energética comum de 250 ml podemos encontrar os seguintes ingredientes (37):

- 80-300 mg de cafeína
- >1000 g de taurina
- 60 mg de glucuronolactona
- > 40 g açúcares (glucose/sacarose)
- Vitaminas do complexo B
- Extratos de plantas medicinais
- L-Carnitina (aminoácido que ajuda a melhorar os níveis de energia)

A cafeína é o principal ingrediente ativo das bebidas energéticas (34), mas há outras substâncias que podem estar incluídas na sua composição como a taurina, glucuronolactona, vitaminas do complexo B, guarana, ginseng, ginko biloba (extratos de plantas medicinais), L-carnitina, açúcares (carboidratos), antioxidantes e minerais (35). O efeito agudo ou a longo prazo resultante do consumo destas substâncias isoladas e em combinação com a cafeína ainda não estão totalmente compreendidas. Apesar do grande impacto de popularidade das bebidas energéticas, têm de ser considerados os potenciais efeitos adversos para a saúde (34).

Cafeína

A cafeína é um estimulante suave do sistema nervoso central e em consequência capaz de influenciar o comportamento humano, nomeadamente melhorando o estado de alerta, aumentando o ritmo cardíaco e a pressão sanguínea. Tem ainda efeitos analgésicos,

melhora discretamente a função respiratória e é um vasodilatador a nível muscular (diminuindo o cansaço e a fadiga) (38). A cafeína é o estimulante mais comum nas bebidas energéticas. Em comparação, uma lata de Red Bull® de 250 ml contém 80 mg de cafeína que é aproximadamente igual ao de uma chávena de café expresso (tabela 1.1).

Tabela 1.1: tabela comparativa de concentração de cafeína em bebidas

Bebidas energéticas	Volume (ml)	Cafeína (mg)	Cafeína (mg/100ml)
Red Bull	250	80	32,0
Monster	500	160	32,0
Burn	250	45	18,0
Bulldog Buzz	350	204	58,3
Outras Bebidas			
Coca-Cola Classic	354	35	9,7
Pepsi-Cola	354	38	10,7
Chá (infusão)	236	47	19,9
Café (expresso)	44	77	173,6
Café (solúvel)	236	57	24,1

Fonte: www.energyfiend.com

Taurina

A taurina é o mais abundante aminoácido intracelular e um normal constituinte da dieta humana. Para além de inúmeras funções biológicas e fisiológicas, modela a função contráctil dos músculos e do coração (35). As maiores concentrações de taurina no organismo humano são encontradas nos músculos, coração, cérebro e retina. Apesar de ser sintetizada pelo organismo, a produção endógena de taurina é insuficiente para as suas necessidades, e, por isso, tem de ser ingerida na alimentação, sendo a carne, peixe ou leite, boas fontes deste aminoácido. A taurina parece ser um importante fator trófico na retina, sistema nervoso e rins (20). Há também algumas evidências de que melhora o funcionamento cerebral e desempenho de exercício físico, e que diminui a pressão sanguínea (37). Estima-se que a ingestão de taurina nos humanos seja de 40 a 400g por dia. Algumas bebidas energéticas contêm 10 vezes mais do que a média ingerida por pessoa (37).

Glucuronolactona

É um metabolito que é produzido naturalmente em pequenas quantidade no corpo a partir da glucose. Pensa-se que possa combater a fadiga e promover a sensação de bem-estar. Em algumas bebidas energéticas a quantidade de glucuronolactona é 250 vezes superior à encontrada em outras fontes de alimentos (37).

Vitaminas B

As vitaminas do complexo B são solúveis em água e necessárias como coenzimas para o normal funcionamento celular, especialmente na produção de energia mitocondrial. Como as BE contêm grandes quantidades de açúcar, estas vitaminas são apregoadas como sendo os ingredientes necessários para converter o açúcar adicionado em energia. E esta é a tal energia extra que os produtores de bebidas energéticas alegam que estas bebidas fornecem (35).

L-Carnitina

É um aminoácido produzido principalmente no fígado e rins para aumentar o metabolismo. Como suplemento alimentar faz aumentar o consumo máximo de oxigénio e baixar o quociente respiratório. Há também evidências que a L-Carnitina desempenha um papel importante na prevenção de danos celulares e favorece a recuperação provocada pelo stresse do exercício (35).

Açúcares

Os açúcares são a unidade básica de energia no corpo, sendo a glucose o carboidrato chave que prontamente pode ser oxidado pelos músculos para a produção de energia. Todavia, a ingestão excessiva de açúcares simples está associado ao desenvolvimento da obesidade e de resistência à insulina (35).

1.5.5 Intoxicação por cafeína

Em geral, não existe uma clara evidência que o consumo moderado de cafeína seja um risco para a saúde de adultos saudáveis, no entanto o seu consumo exagerado pode despoletar efeitos adversos. Um desses efeitos é a intoxicação por cafeína, cujas características mais comuns incluem: nervosismo, ansiedade, inquietação, insónia,

distúrbios gastrointestinais, tremores, taquicardia, agitação psicomotora e em raros casos, morte. O consumo de bebidas energéticas pode aumentar o risco de consumo exagerado de cafeína, tanto em abstêmios como em consumidores habituais de cafeína. O potencial efeito tóxico da cafeína devido ao consumo de bebidas energéticas poderá ser maior do que o obtido em outras fontes da dieta, pelas seguintes razões:

- 1) Rotulagem: algumas marcas não mencionam a quantidade de cafeína nem fazem menção a advertências do seu consumo inadequado.
- 2) Publicidade: a Red Bull®, por exemplo, advoga vários efeitos benéficos como “aumenta a performance, aumenta concentração e velocidade de reação, melhora o estado de vigília, estimula o metabolismo, ajuda a que te sintas com mais energia” (49). Os consumidores podem falsamente acreditar que “mais é melhor” e ingerir múltiplas doses do produto.
- 3) Consumidor: a partir do momento que não há restrições nas vendas das bebidas energéticas, o consumo pelos adolescentes e pelas crianças, que são menos tolerantes aos efeitos da cafeína, são um risco acrescido para a intoxicação por cafeína (34).

1.5.6 Consumo de bebidas energética com álcool

Estudos de Itália e dos Estados Unidos reportam que cerca 25% dos estudantes universitários consomem bebidas energéticas em combinação com álcool (37). Esta prática de consumo tem-se tornado cada vez mais popular em todo o mundo. Os problemas associados ao consumo de bebidas energéticas combinadas com álcool podem ser resumidos em três principais pontos:

- 1) As bebidas energéticas podem mascarar o efeito de intoxicação por álcool. É provável que isto se deva ao efeito estimulante da cafeína mas também da taurina. Combinar álcool com bebidas energéticas pode potenciar o consumo exagerado de álcool e levar a intoxicação ou mesmo a envenenamento por álcool. Além do mais, altos níveis de intoxicação e elevado estado de alerta, pode criar uma falsa percepção da real debilidade, levando a um aumento de comportamentos de risco (condução, sexo, violência).
- 2) O álcool e as bebidas energéticas são ambos diuréticos e por isso aumentam o risco de desidratação. Os sintomas associados à desidratação podem ser: diarreia, náuseas ou vômitos, fadiga, cefaleias, aumento da frequência cardíaca, espasmos muscular e ressaca mais severa.

- 3) A mistura de estimulantes com calmantes transmite uma mensagem confusa ao sistema nervoso. Altos níveis de cafeína aumentam a frequência cardíaca e tensão arterial enquanto que o efeito sedativo do álcool produz o efeito contrário. Esta mistura pode resultar em problemas cardiovasculares (palpitações) e distúrbios do sono (37).

1.5.7 Registo de casos clínicos

Nos Estados Unidos , entre 2002 e 2004 foram registados 41 casos de consumo abusivo de cafeína relacionado com bebidas energéticas. Outros nove casos de reações adversas a uma marca de bebidas energéticas foram registados entre janeiro de 2004 a março de 2006. Os sintomas comuns eram: náuseas ou vômitos, taquicardia ,hipertensão, agitação, tremores, tonturas e dores peitorais (34).

Em alguns casos o consumo de bebidas energéticas tem estado associado a casos de mortes, sendo mais frequente num contexto de consumo durante e após a prática desportiva. Em França um jovem de 18 anos morreu a jogar basquetebol após ter ingerido 4 latas de Red Bull (35)(37).

1.5.8 Efeitos da bebida energética na fisiologia ocular

Apesar das bebidas energéticas serem vendidas em todo o mundo há mais de duas décadas, existem poucos estudos publicados sobre os seus efeitos na saúde e bem-estar. No que concerne aos seus efeitos na fisiologia e saúde ocular, alguns dos ingredientes das bebidas energéticas têm sido estudados individualmente. Por exemplo, a cafeína , já anteriormente referenciada, que pode ter influência na PIO, e a taurina, que parece ter propriedades neurotróficas e neuroprotectoras na retina (39).

O único estudo conhecido até hoje com o propósito de avaliar a consequência direta das bebidas energéticas na fisiologia ocular foi publicado em 2011, por Llechie et al. Teve como objetivo investigar o efeito agudo do consumo de Red Bull® na PIO e na tensão arterial (TA) em jovens adultos saudáveis. Recrutaram 30 estudantes universitários que foram divididos em 2 grupos. O grupo experimental (n=15) consumiu 250 ml de Red Bull® contendo 85 mg de cafeína, enquanto o grupo de controlo (n=15) consumiu 250 ml de água. A PIO e a TA foi avaliada em ambos os grupos, antes da ingestão das bebidas e 30, 60 e 90 minutos após a sua ingestão. Verificou-se uma

diminuição significativa da PIO no grupo experimental de $1,53 \pm 1,96$ mmHg aos 60 minutos e de $1,73 \pm 1,90$ mmHg aos 90 minutos ($p < 0,05$), no entanto, tanto a TA sistólica como a diastólica mantiveram-se inalteráveis. Os autores concluem que a bebida energética Red Bull® produz uma redução significativa na PIO sem alterar a TA e que os resultados encontrados são o reflexo da combinação da cafeína com a taurina, podendo a diminuição da PIO ser justificada pelo efeito hipotensor da taurina (36).

1.5.9 Conclusão

O consumo de uma dose de uma bebida energética por dia é seguro para a maioria das pessoas saudáveis. Contudo, o excessivo consumo ou o consumo combinado com álcool pode provocar efeitos adversos e possivelmente morte. Doentes sob vigilância médica, incluindo cardíacos e hipertensos, devem consultar o seu médico antes de consumir bebidas energéticas, pois podem agravar a sua condição.

Estão provados os efeitos negativos provocados pelo consumo de excessivo de cafeína, mas os efeitos positivos de muitos dos outros aditivos, como a taurina ou a glucuronolactona, permanecem não comprovadas, assim como o efeito da combinação destes ingredientes nas bebidas energéticas.

A ingestão de bebidas energéticas antes ou durante o exercício físico pode causar sérios efeitos adversos, como inquietação ou irritabilidade; pode aumentar a pressão sanguínea; e pode provocar desidratação. Também os efeitos a longo prazo das bebidas energéticas no corpo humano também não foram ainda determinadas (35).

Capítulo 2 – Material e Método

Neste capítulo descrevem-se os métodos de exame e materiais usados tendo em vista o objetivo do estudo, analisam-se os procedimentos estatísticos usados e, por último, apresenta-se a caracterização da amostra estudada.

Desenho do estudo: estudo prospetivo observacional.

2.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito que a bebida energética de elevado teor de cafeína, Red Bull®, provoca na PIO, utilizando como instrumento de medida o tonómetro de não contacto ORA (Ocular Response Analyser, Reichert Inc, Depew, NY, Estados Unidos)

2.2 Seleção da amostra

De entre os alunos da Escola de Ciências da Universidade do Minho, recrutou-se um grupo de jovens adultos que se voluntariaram a participar neste estudo. Após explicação de todos os procedimentos e objetivos do estudo, cada participante deu o seu consentimento informado. Foram respeitados todos os princípios éticos de acordo com a Declaração de Helsínquia.

2.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

A especificação da amostra tem por objetivo limitar o âmbito do estudo, para que a escolha dos participantes vá ao encontro das características do estudo. Desta forma, estabeleceram-se os seguintes critérios de inclusão e exclusão, tendo em conta o controlo de todos os fatores suscetíveis de adulterar os resultados do estudo.

Critérios de inclusão:

- Idade igual ou superior a 18 anos.
- Boa saúde física e psíquica.
- Acuidade visual superior a 8/10, com ou sem compensação, em ambos os olhos.

- PIO inferior a 22 mmHg.
- Tensão arterial inferior a 140/95 mmHg.

CrITÉRIOS de exclusão:

- Sensibilidade ou intolerância à cafeína.
- Patologias oculares.
- Ametropias esféricas superiores a 4D ou cilíndricas superiores a 2D.
- História de qualquer cirurgia refrativa ou cataratas.
- Diabetes, hipertensão arterial, doenças cardíacas ou respiratórias e outras doenças sistêmicas.
- Qualquer tratamento farmacológico sistémico ou ocular.
- Consumo sistémico de drogas ou álcool.

Estes critérios foram obtidos através de um questionário, da medição da PIO e da tensão arterial e de um exame ocular (biomicroscopia, oftamocopia e avaliação da acuidade visual).

2.2.2 Questionário

Tem como objetivo conhecer o historial de saúde geral e ocular dos participantes, averiguando-se, assim, a existência de patologias que tivessem repercussões a nível ocular.

Para determinar a potencial influência que determinados fatores relacionados com o estilo de vida possam ter na PIO, colocaram-se questões relacionadas com o consumo de cafeína, prática de exercício físico, ingestão de água e hábitos tabágicos.

Foi também registado neste questionário o peso e a altura dos participantes para posterior cálculo do IMC.

2.3 Material

A PIO foi medida através do tonómetro de não contacto ORA. O indivíduo foi corretamente posicionado diante do aparelho e foram realizadas três medições da PIO de forma automática em cada olho. Foram depois registados os valores médios de PIOg, PIOcc, CH e CRF.

A tensão arterial e a frequência cardíaca foram avaliadas através de eletroesfigmomanómetro automático Tensioval duo Control (Paul Hartman Ag, Heidenheim, Alemanha). A braçadeira do aparelho foi ajustada corretamente no braço esquerdo do indivíduo que se encontrava pousado, tendo sido obtidos os valores de forma automática.

A bebida energética ingerida por cada participante foi Red Bull®, 250 ml com 80 mg de cafeína.

2.4 Métodos

Todos os exames realizados decorreram no Laboratório de Investigação em Optometria Clínica e Experimental do Centro de Física da Universidade do Minho, durante o período de 15 de março até 20 de junho de 2011.

Elaborou-se uma ficha onde foram registados os dados pessoais de cada indivíduo e os valores obtidos nos exames, nomeadamente, PIOg, PIOc, CH, CRF, tensão arterial sistólica (TAS), tensão arterial diastólica (TAD) e frequência cardíaca (FC).

Foi também calculada a pressão de perfusão ocular (PPO) através da seguinte fórmula:

$PPO = (2/3 \text{ PSM}) - \text{PIOc}$, em que $\text{PSM} = \text{TAD} + 1/3(\text{TAS} - \text{TAD})$.

Após o realização do questionário e do exame ocular, executou-se o seguinte protocolo tendo em conta o objetivo do estudo.

- 1) Cada indivíduo no dia do teste absteve-se de fazer qualquer tipo de esforço físico.
- 2) Para evitar o efeito agudo da hiperglicemia na PIO, cada indivíduo absteve-se de ingerir qualquer tipo de alimentos sólidos e líquidos, durante pelo menos três horas antes do teste.
- 3) Para minimizar as variações diurnas da PIO os testes realizaram-se sempre entre as 11h00 e as 12h30.
- 4) Após 15 minutos de repouso na posição sentado foi medida a PIO, a tensão arterial e a frequência cardíaca.
- 5) Cada indivíduo consumiu 250 ml de Red Bull®, contendo 80 mg de cafeína.
- 6) A PIO, a tensão arterial e a frequência cardíaca foram novamente medidas 10, 30, 60 e 90 minutos após a ingestão da bebida energética.

2.5 Análise estatística

Os dados deste estudo foram tratados estatisticamente recorrendo-se ao programa Statistical Package For Social Sciences, versão 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Todos os métodos estatísticos usados foram aplicados de maneira a que os resultados apresentados não sofressem nenhum viés, garantindo assim a autenticidade das conclusões apresentadas.

Na teoria das hipóteses o nível de significância (α) é definido como a máxima probabilidade de rejeitar a hipótese nula, sendo a hipótese nula verdadeira (erro do tipo I). Neste trabalho este valor é fixado em 5% , sendo esse o erro máximo que está subjacente a todas as conclusões daí resultantes.

2.5.1 Teste de normalidade da distribuição das variáveis

Os testes de normalidade são usados para determinar se um conjunto de dados de uma dada variável é bem modelado por uma distribuição normal ou não.

A fim de se decidir pela utilização de um teste paramétrico ou não paramétrico foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, que coloca a hipótese nula da variável seguir uma distribuição normal. Apesar deste teste não ser tradicionalmente muito usado para testar a normalidade, é, no entanto, preferível ao teste de Kolmogorov-Smirnov, para pequenas amostras ($n < 30$). Nestas condições, o teste de Shapiro-Wilk revela-se mais potente que o teste de Kolmogorov-Smirnov. A potência de um teste refere-se à sua capacidade de rejeitar a hipótese nula quando esta é falsa, ou seja, à sua capacidade de tomar uma decisão correta. Assim, uma significância do resultado inferior a 5% indica que a distribuição dos dados difere significativamente de uma distribuição normal.

2.5.2 Testes paramétricos

Os testes paramétricos exigem que as amostras tenham uma distribuição normal, especialmente se tiverem uma dimensão inferior a 30 elementos. O teste paramétrico usado neste trabalho foi o teste t de Student para amostras emparelhadas, que compara os valores médios de uma variável quantitativa num primeiro momento e num segundo momento.

A questão no teste das hipóteses reside em saber se há diferenças entre as médias da variável quantitativa, ou seja:

-Hipótese nula (H_0): Não há diferença entre as médias da variável quantitativa.

-Hipótese alternativa (H_1): Há diferença entre as médias da variável quantitativa.

Se a probabilidade observada do teste de hipóteses for inferior a 5% rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a alternativa, caso contrário não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula, ou seja, ela é aceita.

2.5.3 Testes não paramétricos

Quando não se pode pressupor a normalidade das amostras recorre-se aos testes não paramétricos.

O teste não paramétrico usado neste trabalho foi o teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas, que é o equivalente ao teste paramétrico t de Student.

A questão no teste das hipóteses reside em saber se há diferenças entre as medianas da variável quantitativa, ou seja:

-Hipótese nula (H_0): Não há diferença entre as medianas da variável quantitativa.

-Hipótese alternativa (H_1): Há diferença entre as medianas da variável quantitativa.

Se a probabilidade observada do teste de hipóteses for inferior a 5% rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a alternativa, caso contrário não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula, ou seja, ela é aceita.

2.5.4 Testes de correlação

O coeficiente de correlação de Pearson (R) é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis.

O estudo de correlação de Pearson pressupõe que as variáveis tenham uma distribuição normal, caso contrário utiliza-se o coeficiente de correlação de Spearman que mede a correlação de variáveis em estatística não paramétrica.

A questão no teste das hipóteses reside em saber se há ou não correlação entre as variáveis, ou seja:

-Hipótese nula (H_0): Não há correlação significativa entre as variáveis.

-Hipótese alternativa (H_1): Há correlação significativa entre as variáveis.

Se a probabilidade observada do teste de hipóteses for inferior a 5% rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a alternativa, caso contrário não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula, ou seja, ela é aceite.

2.6 Caracterização da amostra

A amostra é constituída por 22 alunos da Escola de Ciências da Universidade do Minho, 9 homens e 13 mulheres, entre os 18 e 46 anos, com idade média \pm desvio-padrão de $28,0 \pm 8,5$ anos.

A figura 2.1 representa a distribuição da amostra por classificação do IMC. Um valor inferior a $18,5 \text{ Kg/m}^2$ significa peso abaixo do normal; entre $18,5$ e $29,5 \text{ Kg/m}^2$ significa peso normal; entre $25,0$ e $29,9 \text{ Kg/m}^2$ significa excesso de peso; e um valor superior ou igual a $30,0 \text{ Kg/m}^2$ significa obesidade.

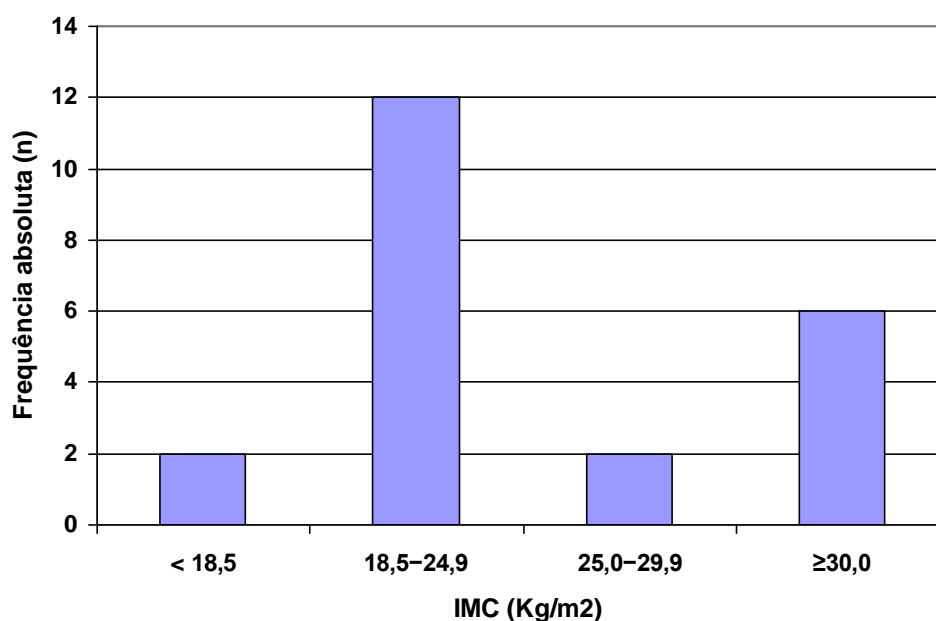


Figura 2.1- Distribuição da amostra por classificação do IMC

Dos 22 participantes, a maioria, 12, apresentam peso normal, 2 apresentam peso abaixo do normal, outros 2 apresentam excesso de peso e 6 são obesos.

Em relação ao erro refrativo, 8 dos participantes usavam sempre óculos, 5 tinham óculos mas só os usavam às vezes e os restantes 9 não usavam qualquer compensação ótica (nenhum usava lentes de contacto). Na figura 2.2 está representada a distribuição dos valores da refração da componente esférica e cilíndrica.

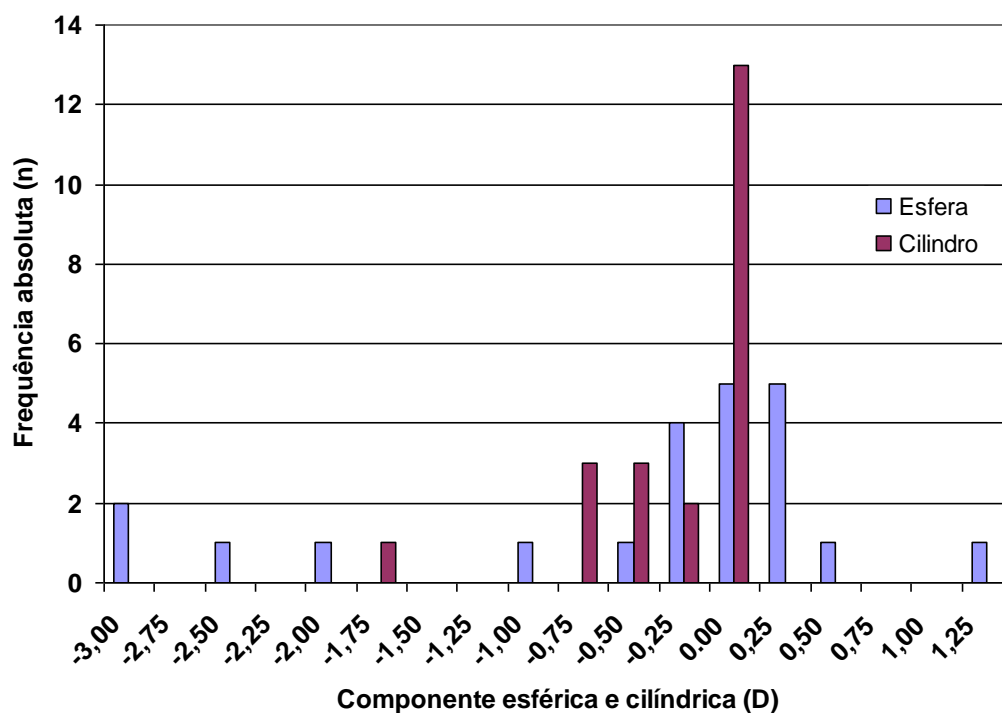


Figura 2.2 – Distribuição dos valores da refração da componente esférica e cilíndrica.

O valor médio e desvio-padrão da componente esférica é de $-0,45 \pm 1,14$ D, sendo o valor máximo de hipermetropia de +1.25 D e o valor máximo de miopia de -3,00 D. O valor médio e desvio-padrão da componente cilíndrica é de $-0,27 \pm 0,44$ D, com um valor máximo de -1,75D.

Na tabela 1 estão representados os valores médios, desvios-padrão, máximos e mínimos de cada parâmetro clínico, avaliado antes da ingestão da bebida energética, e que servirão para posterior análise estatística dos resultados.

Tabela 1- Valores médios, desvio-padrão (DP), mínimos e máximos dos parâmetros clínicos iniciais dos participantes.

Parâmetros clínicos	Média	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	28,0	8,5	18	46
IMC (Kg/m²)	25,3	6,5	18,2	43,6
TA sistólica (mmHg)	112,4	10,5	92,0	131,0
TA diastólica (mmHg)	75,0	11,9	52,0	95,0
FC (b/min)	75,2	15,1	48,0	116,0
PIOg (mmHg)	12,8	3,6	8,3	20,0
PIOcc (mmHg)	13,0	2,9	8,3	18,3
CH (mmHg)	10,3	1,4	8,3	13,3
CRF (mmHg)	9,5	1,9	6,3	14,0
PPO (mmHg)	45,3	6,0	33,8	56,0

O valor médio do IMC de $25,3 \pm 6,5$ Kg/m² ultrapassa o limite de referência do peso considerado normal, sendo esse valor justificado pelo facto de haver 8 participantes que apresentavam excesso de peso e cujo valor máximo observado de 43,6 Kg/m² é disso exemplo.

Tendo em conta a faixa etária observada, verifica-se que as médias da tensão arterial sistólica ($112,4 \pm 10,5$ mmHg) e da tensão arterial diastólica ($75,0 \pm 11,9$ mmHg) encontram-se dentro dos valores de referência. No entanto o máximo da TAD é de 95,0 mmHg cujo valor corresponde a um participante que não apresentava hipertensão diagnosticada, e por isso, foi considerado neste trabalho.

A média da FC de $75,2 \pm 15,1$ b/min está dentro dos valores normais de referência, no entanto os valores máximo e mínimo têm registos que ultrapassam os limites normais.

Em relação ao parâmetros oculares (PIOg, PIOc, CH, CRF e PPO) todos os valores médios registados encontram-se de dentro dos valores de referência , tendo em conta a faixa etária considerada.

Capítulo 3 – Resultados

Neste capítulo apresentam-se os resultados provenientes dos dados obtidos durante os exames realizados e do tratamento estatístico consequente.

O tratamento estatístico foi submetido a uma análise paramétrica e não paramétrica, dependendo das características da distribuição da amostra, recorrendo-se a medidas de tendência central, de dispersão e medida de correlação, para interpretação dos dados.

Os resultados são apresentados através de tabelas e gráficos, acompanhados de uma descrição narrativa de modo a fornecer uma ligação lógica com as questões de investigação e o objetivo do estudo.

Encontrou-se uma forte correlação entre os resultados obtidos nas variáveis do olho direito e do olho esquerdo ($R=0.872$, $p<0.01$), indicando uma simetria nos dados recolhidos em ambos os olhos. Desta forma, para se evitar a duplicação da amostra, as análises posteriores foram limitadas apenas aos resultados do olho direito

3.1 Apresentação descritiva dos resultados

Na tabela 3.1 apresentam-se a os valores médios e desvios padrão de todas as variáveis medidas nos cinco momentos estabelecidos de acordo com o protocolo experimental, isto é, antes da ingestão da bebida da energética (pré); e 10, 30, 60 e 90 minutos após a ingestão.

Tabela 3.1 - Estatística descritiva (média \pm desvio padrão) das variáveis medidas.

	Pré	10 min.	30 min.	60 min.	90 min.
PIOg	12,8 \pm 3,6	13,1 \pm 4,4	13,1 \pm 4,0	13,3 \pm 3,8	13,4 \pm 4,0
PIOc	13,0 \pm 2,9	13,5 \pm 3,5	13,5 \pm 3,4	13,9 \pm 3,3	13,7 \pm 2,9
CH	10,3 \pm 1,4	10,1 \pm 1,2	10,1 \pm 1,4	10,1 \pm 1,8	10,1 \pm 1,5
CRF	9,5 \pm 1,9	9,7 \pm 1,9	9,4 \pm 1,8	9,5 \pm 2,1	9,7 \pm 2,2
TAS	112,4 \pm 10,5	115,9 \pm 13,0	115,3 \pm 14,3	111,9 \pm 10,0	114,0 \pm 12,1
TAD	75,0 \pm 11,9	74,0 \pm 12,1	77,6 \pm 15,6	75,8 \pm 12,0	75,5 \pm 11,3
FC	75,2 \pm 15,1	71,6 \pm 13,5	72,3 \pm 14,0	75,4 \pm 13,9	71,2 \pm 14,1
PPO	45,3 \pm 6,0	45,4 \pm 6,8	47,0 \pm 9,5	44,8 \pm 5,9	45,1 \pm 6,8

PIOg,PIOc, CH,CRF,TAD,TAS e PPO (mmHg) ; FC (b/min).

Os valores iniciais encontrados enquadram-se dentro dos padrões normais para esta faixa etária (média de idade de $28 \pm 8,5$ anos), quer os valores da PIO, quer para os valores da TA sistólica, TA diastólica e FC. Há um ligeiro incremento da PIO, logo nos 10 minutos após a ingestão de Red Bull, tanto para a PIOg como para a PIOc. A PIOg volta a sofrer um novo aumento aos 60 e aos 90 minutos, enquanto a PIOc apresenta um incremento mais acentuado aos 60 minutos mas diminuindo depois aos 90 minutos.

A CH sofre uma ligeira diminuição nos 10 minutos iniciais, mantendo-se depois constante ao longo do tempo. Ao contrário, a CRF aumenta ligeiramente nos 10 minutos iniciais e sofre ligeiras oscilações até aos 90 minutos.

Na TA, o primeiro impacto provocado pela ingestão de Red Bull nos primeiros 10 minutos, é um ligeiro aumento da TA sistólica e uma ligeira diminuição da TA diastólica. Nos momentos subsequentes ambas as tensões oscilam suavemente, mantendo-se, no entanto, dentro dos valores normais.

Na FC cardíaca verifica-se uma diminuição do seu valor após os 10 minutos iniciais, retomando o seu valor inicial aos 60 minutos e decrescendo novamente aos 90 minutos.

Por fim, verifica-se que a PPO apresenta o seu valor mais elevado aos 30 minutos sendo os restantes valores praticamente constantes.

3.2 Variação da PIO

A tabela 3.2 apresenta os resultados da variação das médias da PIOg e da PIOc, respetivamente, calculadas através do teste t-Student para amostras emparelhadas, com os correspondentes desvios-padrão e significâncias estatísticas (*p-value*). A variação da PIO corresponde à diferença das médias entre o valor medido antes (índice 0) e o valor medido após a ingestão da bebida energética (índice 10, 30, 60 e 90).

Na tabela 3.2, verifica-se que a PIOg não se alterou ao longo dos 90 minutos, isto é, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores inicial e final da PIOg em todos os momentos avaliados.

No que se refere aos valores da PIO compensada pelas propriedades biomecânicas da córnea (PIOc), verifica-se que houve um aumento estatisticamente significativo de $0,91 \pm 1,88$ mmHg ao fim de 60 minutos após o consumo de 250ml de Red Bull® ($p=0,033$).

Tabela 3.2 – Variação da média da PIOg e da PIOc com os respectivos DP e significância estatística.

PIOg (mmHg)	Variação	Desvio-padrão	<i>p-value</i>
PIOg0-PIOg10	-0,25	2,16	0,593
PIOg0-PIOg30	-0,26	1,53	0,435
PIOg0-PIOg60	-0,50	1,81	0,208
PIOg0-PIOg90	-0,62	1,46	0,059
PIOc (mmHg)			
PIOc0-PIOc10	-0,45	1,75	0,240
PIOc0-PIOc30	-0,46	1,75	0,236
PIOc0-PIOc60	-0,91	1,88	0,033
PIOc0-PIOc90	-0,72	1,96	0,100

Teste t-Student para amostras emparelhadas.

Assinalado a negrito o valor cujo resultado é estatisticamente significativo.

A figura 3.1 representa um gráfico com a variação da PIOg e da PIOc ao longo dos 90 minutos do teste

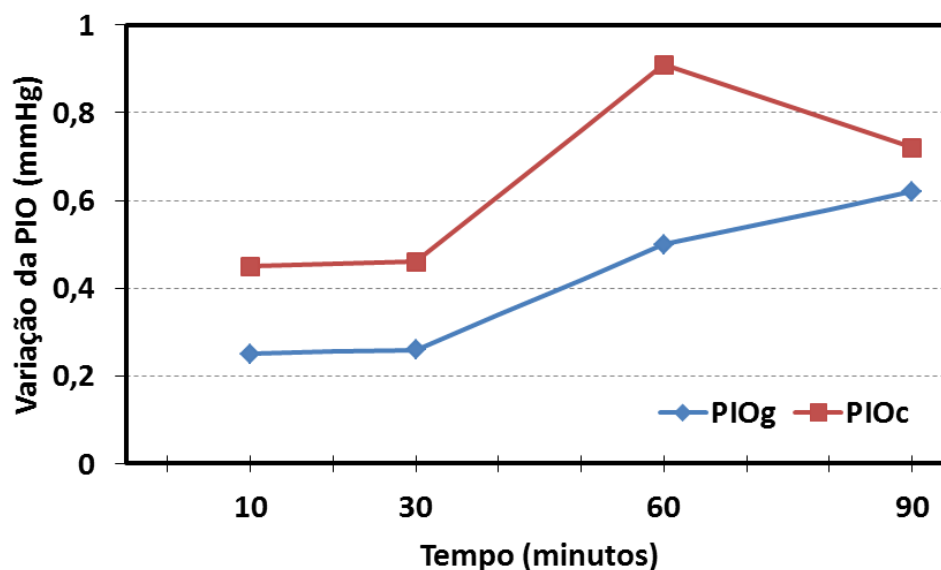


Figura 3.1- Variação da PIOg e da PIOc ao longo do tempo.

3.3 Variação das propriedades biomecânicas da córnea

A tabela 3.3 apresenta os resultados da variação das médias da PIOg e da PIOc, respetivamente, calculadas através do teste t-Student para amostras emparelhadas, com os correspondentes desvios-padrão e significâncias estatísticas (*p-value*). Como a

variável CRF90 não cumpre o pressuposto da normalidade da distribuição foi usado o teste não paramétrico de Wilcoxon para calcular a variação da CRF antes e após 90 minutos (assinalado a asterisco (*) na tabela 3).

Tabela 3.3 – Variação da média do CH e do CRF, com respectivos DP e significância estatística.

CH (mmHg)	Variação	Desvio-padrão	P-value
CH0-CH10	0,21	1,04	0,355
CH0-CH30	0,19	1,18	0,467
CH0-CH60	0,26	1,37	0,393
CH0-CH90	0,21	1,26	0,445
CRF (mmHg)			
CRF0-CRF10	-0,12	1,28	0,669
CRF0-CRF30	0,11	1,03	0,624
CRF0-CRF60	0,01	1,26	0,987
CRF0-CRF90	-0,13	1,15	0,747*

Teste t-Student para amostras emparelhadas / Teste de Wilcoxon assinalado com (*)

A maior variação ocorreu para o parâmetro CH, ao fim de 60 minutos após a ingestão da bebida energética, com uma diminuição de $0,26 \pm 1,37$ mmHg, e a menor variação ocorreu para o parâmetro CRF, também ao fim de 60 minutos, com uma diminuição de $0,01 \pm 1,15$ mm Hg. No entanto, nenhuma das variações verificadas, tanto para os valores de CH como para os valores de CRF, são estatisticamente significativas ao longo de todos os momentos avaliados , no período de 90 minutos após o consumo de Red Bull®

3.4 Variação da tensão arterial e da frequência cardíaca

A tabela 3.4 apresenta os resultados da variação das médias da tensão arterial sistólica (TAS) e da tensão arterial diastólica (TAD), calculadas através do teste t-Student para amostras emparelhadas, com os correspondentes desvios-padrão e significâncias estatísticas (*p-value*).

Tabela 3.4 – Variação da média da TAD e da TAS, com respectivos DP e significância estatística.

TAS (mmHg)	Variação	Desvio-padrão	<i>P-value</i>
TAS0-TAS10	-3,46	10,04	0,121
TAS0-TAS30	-2,86	10,64	0,221
TAS0-TAS60	0,55	9,04	0,780
TAS0-TAS90	-1,55	10,62	0,502

TAD (mmHg)	Variação	Desvio-padrão	<i>P-value</i>
TAD0-TAD10	0,46	8,01	0,793
TAD0-TAD30	-2,68	10,07	0,225
TAD0-TAD60	-0,86	7,74	0,606
TAD0-TAD90	-0,59	10,28	0,790

Teste t-Student para amostras emparelhadas

A maior variação da tensão arterial ocorreu na TAS, imediatamente 10 minutos após a ingestão da bebida energética, com um aumento de $3,46 \pm 10,04$ mmHg, e a menor variação ocorreu na TAD, também 10 minutos após o consumo de Red Bull®, mas com uma diminuição de $0,46 \pm 8,01$ mmHg. Todavia, verifica-se que nenhuma das variações observadas, tanto na TAS como na TAD, são estatisticamente significativas ao longo de todos os momentos avaliados, durante os 90 minutos (figura 3.2).

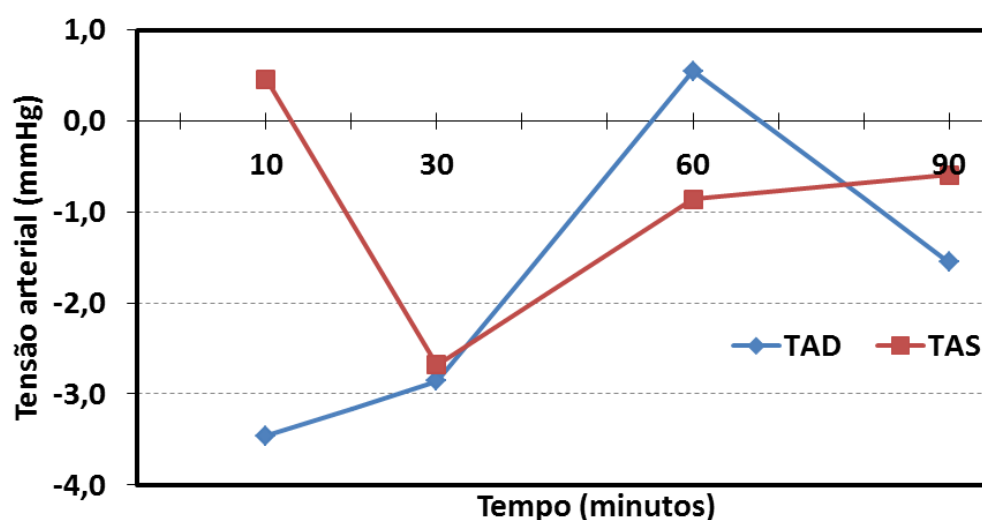


Figura 3.2- Variação da tensão arterial ao longo do tempo.

A tabela 3.5 apresenta os resultados da variação das médias da frequência cardíaca (FC) calculadas através do teste t-Student para amostras emparelhadas, com os correspondentes desvios-padrão e significâncias estatísticas (*p-value*).

Tabela 3.5 – Variação da média da FC com respetivo DP e significância estatística.

FC (b/min)	Variação	Desvio-padrão	<i>P-value</i>
FC0-FC10	3,60	6,35	0,015
FC0-FC30	2,91	6,16	0,038
FC0-FC60	-0,14	9,21	0,945
FC0-FC90	3,96	11,57	0,124

Teste t-Student para amostras emparelhadas.

Assinalado a negrito o valor cujo resultado é estatisticamente significativo

Ao contrário da tensão arterial, a frequência cardíaca sofre uma pequena mas estatisticamente significativa diminuição de $3,60 \pm 6,35$ b/min ($p=0,015$) e de $2,91 \pm 6,16$ ($p=0,038$), após 10 e 30 minutos depois do consumo de Red Bull, respetivamente. Após 60 minutos a FC regressa ao valor inicial e aos 90 minutos a FC volta a sofrer uma diminuição estatisticamente não significativa.

3.5 Variação da pressão de perfusão ocular

A tabela 3.6 apresenta os resultados da variação das médias da PPO, calculadas através do teste t-Student para amostras emparelhadas, com os correspondentes desvios-padrão e significâncias estatísticas (*p-value*).

Tabela 3.6 – Variação da média da PPO com respetivo DP e significância estatística.

PPO (mm Hg)	Variação	Desvio-padrão	<i>P-value</i>
PPO0-PPO10	-0,12	4,31	0,901
PPO0-PPO30	-1,71	6,34	0,220
PPO0-PPO60	0,43	3,92	0,613
PPO0-PPO90	0,15	5,78	0,903

Teste t-Student para amostras emparelhadas

Assinalado a negrito o valor cujo resultado é estatisticamente significativo

Verifica-se que a PPO sofre o maior aumento, de $1,71 \pm 6,34$ mmHg, aos 30 minutos após a ingestão da bebida energética, e uma maior diminuição, de $0,43 \text{ mmHg} \pm 3,92$, aos

60 minutos. Todavia, nenhuma das variações apresentadas são estatisticamente significativas .

3.6 Correlação das variáveis idade e índice de massa corporal

A tabela 3.7 apresenta a correlação dos parâmetros clínicos medidos inicialmente em relação à idade e ao índice de massa corporal (IMC). A análise estatística foi realizada através do coeficiente de correlação de Spearman , visto que, ambas as variáveis, idade e IMC, não apresentam uma distribuição normal.

Tabela 3.7 – Coeficiente de correlação de Spearman das variáveis idade e IMC com os demais parâmetros.

	Idade		IMC	
	Correlação	<i>P-value</i>	Correlação	<i>P-value</i>
PIOg	0,200	0,372	0,312	0,158
PIOc	0,424	0,049	0,496	0,019
CH	-0,361	0,099	-0,228	0,307
CRF	-0,143	0,525	0,057	0,802
TAS	0,330	0,133	0,552	0,008
TAD	0,633	0,002	0,599	0,003
FC	0,060	0,789	0,186	0,407
PPO	0,462	0,030	0,498	0,018

Assinalado a negrito o valor cujo resultado é estatisticamente significativo

PIOg,PIOc,CH,CRF,TAS,TAD e PPO (mmHg); FC (b/min)

3.6.1 Correlação da idade

A variável idade apresenta uma correlação estatisticamente significativa com a PIOc, a TAD e a PPO.

A correlação entre a idade e a PIOc é moderada e positiva, apresentando coeficiente de Spearman de 0,424. Isto indica que, nesta amostra, há uma tendência moderada para que há medida que a idade aumenta, a PIO aumenta também, tendo em conta as propriedades biomecânicas da córnea.

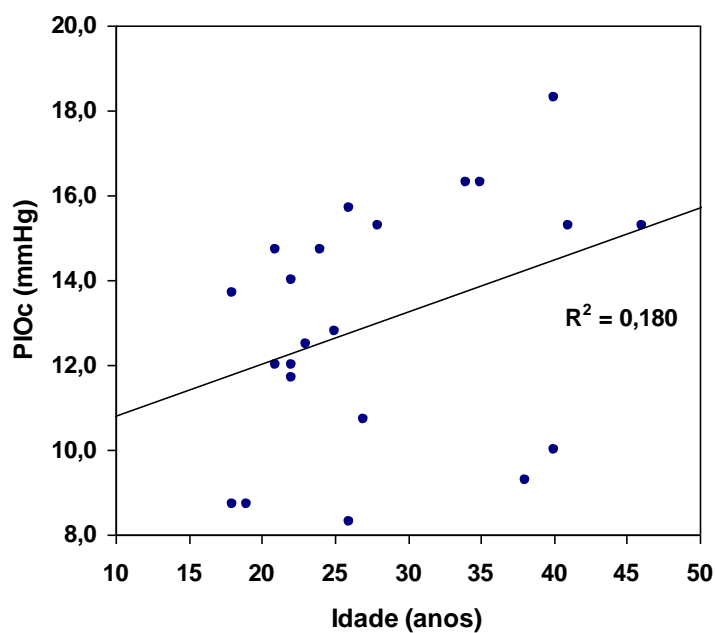


Figura 3.3 – Correlação entre a idade e a PIOc.

A figura 3.3 mostra a linha de tendência dessa associação com o respectivo coeficiente de determinação ($R^2=0,180$). Apesar de apenas 18% dos valores da PIOc serem explicados pela idade, estes resultados são consentâneos com a maioria dos estudos que apontam para uma associação direta entre a PIO e a idade.

A correlação entre a idade e a TAD é positiva e moderada, apresentando um coeficiente de Spearman de 0,633, sendo estatisticamente significativa a nível de 1%.

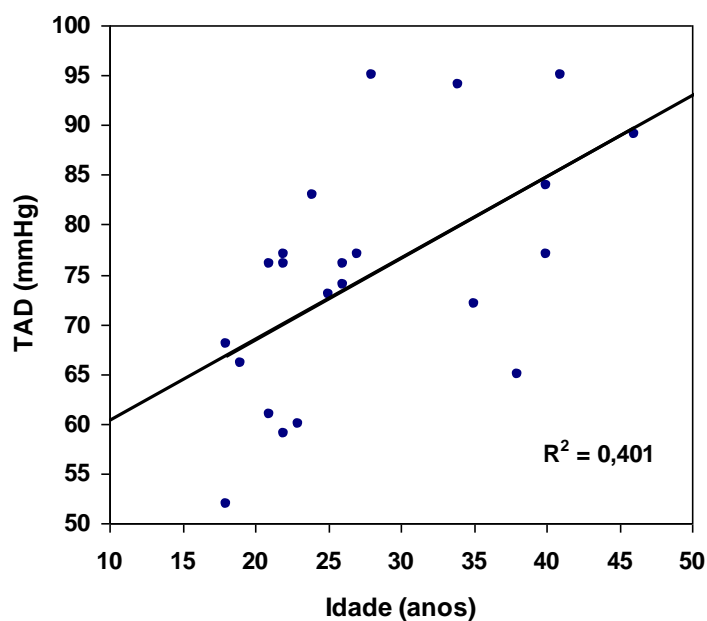


Figura 3.4 – Correlação entre a idade e a TAD.

De facto, existe uma associação mais consistente entre estas duas variáveis, que apresentam um coeficiente de determinação de 0,401 e cuja linha de tendência está patente na figura 3.4. Isto quer dizer que cerca de 40% dos valores da TAD têm relação direta com a idade.

Por último, a idade apresenta uma correlação moderada e positiva com a PPO, com um índice de Spearman de 0,462. A figura 3.5, representa a linha tendência entre estas duas variáveis, com o respetivo coeficiente de determinação ($R^2=0.213$). O relativo aumento que a PPO sofre e que é explicado pelo aumento da idade, poderá indicar que há uma melhoria do fluxo sanguíneo ocular com o aumento da idade, nesta faixa etária, em pessoas saudáveis.

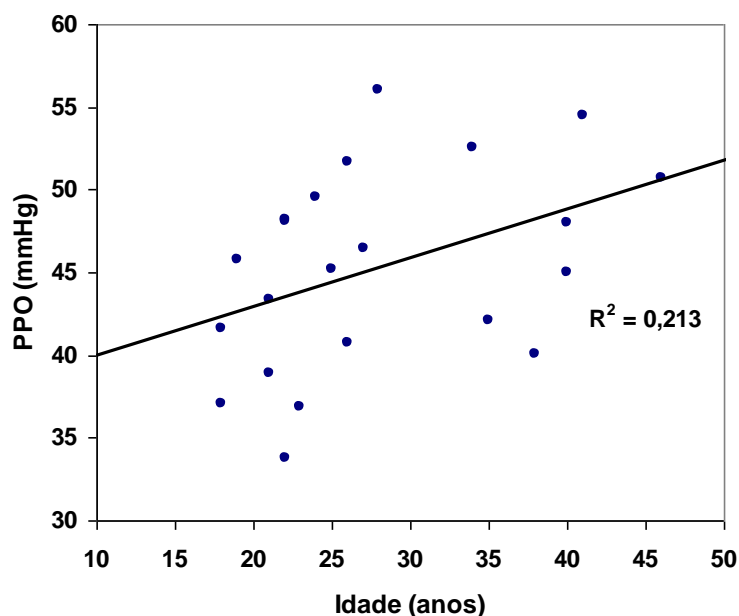


Figura 3.5 – Correlação entre a idade e a PPO.

3.6.2 Correlação do índice de massa corporal

O IMC apresenta uma correlação estatisticamente significativa com a PIOc, TAS e TAD, e com a PPO.

A correlação com a PIOc é moderada e positiva e apresenta um coeficiente de correlação de 0,496. A figura 3.6 mostra a linha de tendência e o respetivo coeficiente de determinação ($R^2=0,246$).

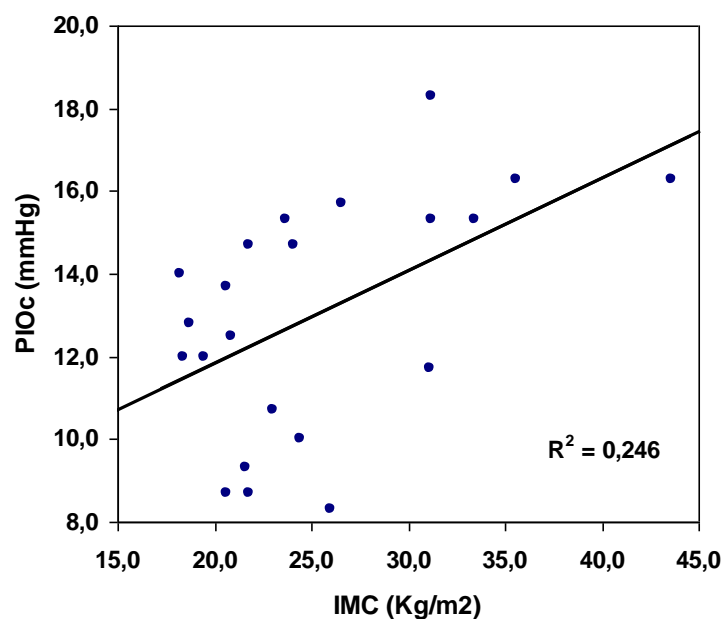


Figura 3.6 – Correlação entre o IMC e a PIOc.

Apesar de aproximadamente apenas 25% dos valores de PIOc serem justificados pelo IMC, há efetivamente uma tendência para que os sujeitos com IMC elevada tenham também uma PIO mais elevada, facto este corroborado, também, por alguns estudos científicos que apontam uma associação entre o IMC e a PIO.

A nível de significância de 1%, verifica-se correlação moderada e positiva do IMC com a TAS e com a TAD, cujos coeficientes de Spearman são, respetivamente, 0,552 e 0,559.

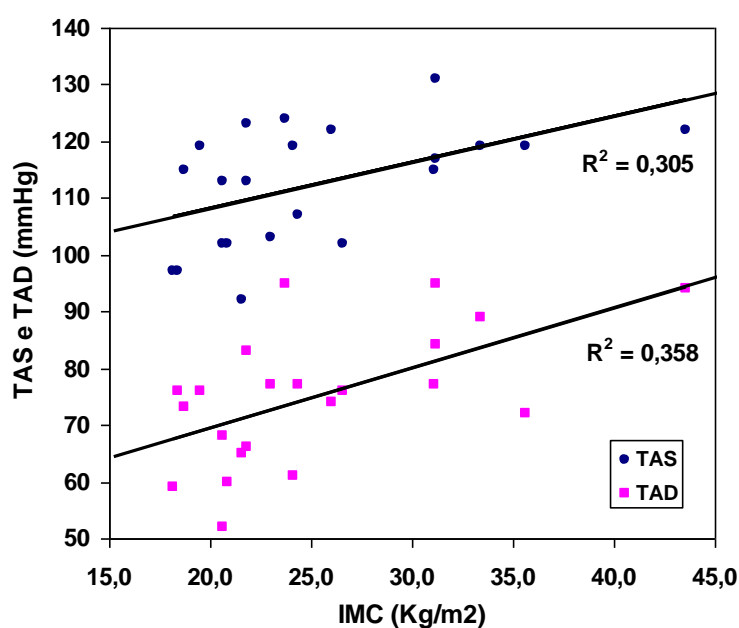


Figura 3.7 – Correlação do IMC com a TAS e a TAD.

A figura 3.7 mostra as correspondentes linhas de tendência para os dois valores da tensão arterial, sendo os coeficientes de determinação de 0,305 para a TAS e de 0,358 para a TAD. Entre 30 a 36% das duas medidas da tensão arterial são explicados pelo IMC, o que poderá apontar para uma tendência de os sujeitos com IMC mais elevados apresentem uma predisposição para valores de tensão arterial, sistólica e diastólica, também mais elevadas.

Finalmente, verifica-se também uma correlação significativa entre o IMC e a PPO, que apresenta um coeficiente de Spearman de 0,498 e cuja linha de tendência está representada na figura 3.8.

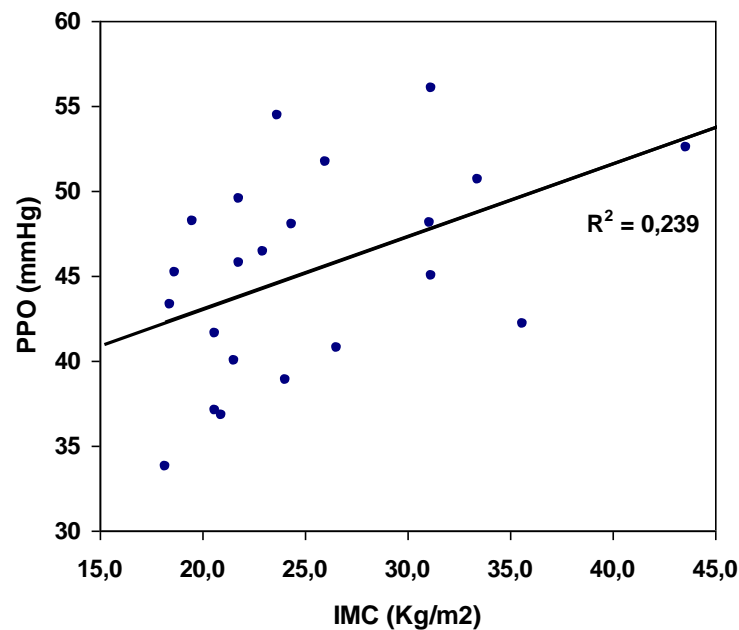


Figura 3.8 – Correlação entre o IMC e a PPO.

O coeficiente de determinação apresenta um valor de 0,239, indicando que cerca de 24% dos valores de PPO podem ser explicados pelo IMC. Esta tendência poderá indicar que os sujeitos que apresentam um IMC mais elevado também apresentam um melhor fluxo sanguíneo ocular, devido à maior PPO, que, no entanto, poderá estar associado ao aumento da tensão arterial.

Capítulo 4 - Discussão

Neste capítulo faz-se a análise das variações ocorridas nos parâmetros oculares e cardíacos medidos durante os exames realizados e a análise das correlações significativas encontradas entre esses parâmetros. Confronta-se sempre que possível os resultados encontrados com os publicados noutros estudos.

Todas as bebidas energéticas têm na sua composição duas substâncias ativas principais, a cafeína e a taurina. A grande concentração de cafeína nestas bebidas poderá ter influência na PIO e na TA; a taurina, por sua vez, tem sido apontada como possuir um efeito hipotensor. Todavia, não está claro se a combinação das duas substâncias terá um efeito hipotensivo ou hipertensivo na PIO, e desconhece-se também qual o efeito conjunto que todos os ingredientes de Red Bull® possam provocar a nível ocular.

Os resultados obtidos demonstram existir uma tendência para um aumento da PIO após o consumo de Red Bull®. Na PIOg verificou-se um aumento ligeiro em todos os momentos avaliados, em comparação com o valor inicial, no entanto, nenhum deles são estatisticamente significativos. Tendo em conta as propriedades biomecânicas da córnea, o aumento encontrado da PIOc ao longo dos 90 minutos foi tendencialmente mais acentuado, em comparação com a PIOg. Registou-se um aumento estatisticamente significativo na PIOc de $0,91 \pm 1,88$ mmHg aos 60 minutos após a ingestão da bebida energética. É de salientar que este desvio-padrão é de magnitude muito superior à variação apresentada, refletindo a dispersão dos valores registados e levando a pressupor que a bebida energética provoca efeitos variáveis da PIO em cada participante.

Estes resultados não estão de acordo com os obtidos em 2011 por Llechie e Tetteh (36), que encontraram uma diminuição significativa da PIO aos 60 e 90 minutos após a ingestão da mesma quantidade de Red Bull®. Os autores atribuem esta diminuição ao efeito conjunto das substâncias ativas da bebida energética e ao efeito hipotensivo da taurina.

Ao contrário do estudo anterior, estes resultados podem sugerir que o efeito ativo da cafeína na PIO suplanta o da taurina, fazendo-a aumentar. Segundo o estudo de Li *et al*, em 2010, em indivíduos saudáveis, a cafeína não altera a PIO, enquanto que em pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular, aumenta significativamente cerca de 2

mmHg (22). No entanto, há outros estudos que também referem o aumento da PIO em indivíduos saudáveis após a ingestão de cafeína, como é o caso do estudo de Ajayi e Ukwade , em 2001, que registaram aumentos médios transitórios de cerca de 4 mmHg em indivíduos nigerianos saudáveis, após a ingestão de cafeína (47).

De notar que neste estudo apenas se verificou uma variação da PIOc significativa aos 60 minutos após o consumo da bebida energética. Foi neste momento que se verificou que a maioria dos indivíduos (n=15) sofreu um aumento na PIOc, o que não aconteceu nos outros momentos avaliados em que o número de indivíduos que tiveram aumentos e diminuições da PIOc se equivalem. É por esta razão que o aumento da PIOc de $0,91 \pm 1,88$ mmHg aos 60 minutos é significativa, levando a concluir que o consumo da bebida energética Red Bull® provoca um aumento da PIOc neste período.

As propriedades biomecânicas da córnea, CH e CRF, não foram influenciadas pela ingestão da bebida energética Red Bull ®.

Apesar de algumas oscilações registadas na tensão arterial, não se encontrou qualquer variação estatisticamente significativa tanto na TAS como na TAD, após o consumo de Red Bull®.

Os resultados da variação da frequência cardíaca mostram uma diminuição estatisticamente significativa nos dois primeiros momentos de avaliação, 10 e 30 minutos após a ingestão. Apesar desta variação ser relativamente diminuta e, por isso, não ter provavelmente repercussões clínicas, não está de acordo com os resultados obtidos no estudo de Steinke *et al*, em 2009, onde foi registado um aumento em cerca de 5 a 7 b/min na frequência cardíaca após o consumo de uma bebida energética (41).

Ao analisar os resultados verificou-se que dois participantes apresentaram FC inferior a 60 b/min e outros dois apresentaram FC superior a 100 b/min, mas todos apresentavam tensão arterial normal, estabelecida dentro dos critérios de inclusão. Todavia, não se pode concluir se estes valores extremos são efetivamente condições patológicas ou se se deve a má leitura do aparelho usado.

Verificou-se um aumento médio na PPO nos dois primeiros momentos de avaliação e uma subsequente diminuição dos dois últimos, no entanto, não são variações

estatisticamente significativas, fazendo concluir que a bebida energética Red Bull® não provoca alterações na PPO.

Existem vários estudos que associam positivamente a idade com a PIO.

Os resultados demonstram que não existe correlação significativa entre a idade e a PIOg. Mas, ao contrário, com a PIO compensada pelas propriedades biomecânicas da córnea existe uma correlação moderada e positiva com significância estatística. O facto de haver apenas associação com a PIOc poderá supor que a CH e CRF têm um contributo importante na avaliação da PIO. No entanto, e apesar da idade apresentar aqui uma associação negativa com a CH e CRF, estas não são estatisticamente significativas.

Existem vários estudos que associam positivamente a idade com a PIO. A maioria compara os valores da PIO antes dos 40 anos e após esta idade. No entanto, num estudo de 2005, com 3833 indivíduos saudáveis, Hashemi *et al* concluíram que o aumento médio da PIO da faixa etária dos 10-19 anos para os 30-39 anos é de 0,8 mmHg, enquanto que o aumento da faixa etária dos 30-39 anos para os 50-59 anos é só de 0.3 mmHg (42). Estes resultados estão de acordo com a correlação encontrada neste estudo entre a idade e a PIO, visto que, o aumento da PIO com a idade também se verifica em faixas etárias mais jovens.

A correlação da idade com a TAD é a mais consistente deste estudo, sendo positiva e apresentando um coeficiente de determinação de 0,401, indicando que cerca de 40% dos valores da PIO são explicados pela idade. Apesar de também existir correlação positiva com a TAS, não é estatisticamente significativa, o que poderá significar que na faixa etária da amostra o aumento da TAD com a idade seja uma evidência clínica e a que a TAS não apresente variações relevantes.

Em certa medida, esta associação positiva da idade com a TAD poderá também explicar a correlação positiva da idade com a PIO. Está demonstrado que um aumento da tensão arterial influencia a pressão venosa episcleral, e esta, por sua vez, está positivamente correlacionada com a PIO (43).

A pressão de perfusão ocular pode ser estimada como a diferença entre a tensão arterial e a PIO. Assim, uma PIO alta e uma tensão arterial baixa, podem levar a uma PPO diminuída e, conseqüentemente, a um menor fluxo sanguíneo ocular (47). Neste estudo

os resultados demonstram uma correlação positiva da idade com a PPO, ou seja a PPO aumenta com a idade (o que poderá pressupor um melhor fluxo sanguíneo ocular). Como foi anteriormente referido a idade tem associação positiva tanto com a TAD como com a PIOc. Todavia, e apesar de não ter sido encontrada correlação com a TAS, a correlação com a TAD é mais consistente, ou seja, cerca de 40 % dos valores da TAD são explicados pela idade, enquanto que na PIOc, apenas 18% dos seus valores são explicados pela idade. Esta diferença pode ser determinante na correlação encontrada para a PPO, isto é, se a tensão arterial apresenta um aumento mais significativo do que a PIOc, a sua diferença fará com que a PPO aumente, justificando em parte a correlação encontrada.

Verificou-se uma correlação positiva e moderada entre o IMC e a PIOc, em que cerca de 25% dos valores obtidos da PIOc são justificados pelo IMC. Apesar de ser um valor relativamente baixo, não deixa de ser significativo e está de acordo com vários estudos que demonstram a existência desta associação. Mori *et al*, em 2000, registaram uma correlação entre o IMC e a PIO em indivíduos dos 14 aos 94 anos de idade, concluindo também que a obesidade é um fator de risco independente para o aumento da PIO (44). Em outro estudo em 1992, Klein *et al*, também referem a mesma associação, mas para uma faixa etária dos 43 aos 84 anos de idade (48).

Há duas razões que podem justificar esta relação: a primeira, pode ter a ver com o facto de a secreção de corticosteroides ser maior em pessoas obesas, levando a um aumento da PIO; a segunda, tem a ver com ação mecânica, e refere que a pressão orbital devido ao excesso de gordura poderá causar um aumento da pressão venosa episcleral e uma consequente diminuição do escoamento do humor aquoso (48).

É de senso comum que a obesidade é um fator de risco para o aumento da tensão arterial. Como seria de esperar, verificou-se neste trabalho uma correlação positiva entre o IMC e a tensão arterial (TAS e TAD). De facto, é relevante que cerca de 30% dos valores da TAS sejam explicados pelo IMC e que cerca de 36% dos valores de TAD também o sejam.

A correlação positiva verificada entre o IMC e a PPO apresenta um coeficiente de determinação de 0,239, indicando que cerca de 24% dos valores da PPO são explicados pelo correspondente aumento do IMC. Apesar deste valor ser moderado, não deixa de

ser também relevante, podendo-se justificar esta associação de maneira análoga à realizada com a idade e a PPO. Ou seja, tomemos novamente a definição de PPO acima referida como a diferença entre a tensão arterial e a PIO. Ao se verificar correlações positivas do IMC com a PIOc e do IMC com a tensão arterial, TAS e TAD, e sendo estas últimas positivamente mais consistentes do que a PIOc, seria também espectável esta associação positiva do IMC com a PPO que se verificou.

Capítulo 5 – Conclusão

É importante o optometrista conhecer os fatores que afetam a PIO para poder dar uma resposta a situações clínicas relacionadas com a PIO com as quais se pode confrontar no seu dia-a-dia. Com este objetivo em mente foi desenvolvido este trabalho de investigação do qual foi possível obter as seguintes conclusões:

- A PIOc aumenta significativamente 60 minutos após o consumo da bebida energética, Red Bull®, concluindo-se que é neste tempo que esta bebida provoca mais efeito nos participantes, talvez devido à ação da cafeína.
- A PIOg, as propriedades biomecânicas da córnea (CH e CRF), a tensão arterial (TAS e TAD) e a pressão de perfusão ocular (PPO) não são influenciadas pela ingestão de Red Bull®.
- A frequência cardíaca (FC), diminui aos 10 e 30 minutos após a ingestão de Red Bull®.
- Foram também registadas correlações significativas da idade com a PIOc, TAD e PPO; e do IMC com a PIOc, TAS, TAD e PPO, levando a supor que tanto a idade como o IMC são variáveis importantes que podem influenciar a PIO, a tensão arterial e a PPO.

Conclui-se, portanto, que as bebidas energéticas mesmo que consumidas em pequenas quantidades, aumentam a PIO em jovens saudáveis e que essa alteração é mais significativa uma hora após o seu consumo.

Capítulo 6 – Bibliografia

(1)

David J. Spalton, Roger A. Hitchings, Paul A. Hunter. Atlas Colorido de Clínica Oftalmológica. 2ª edição. Editora Manole, Ltda.1995:7.2-7.7

(2)

<http://www.medicalnewstoday.com/releases/119635.php> (acedido em 8/09/2011)

(3)

Goel M, Picciani RG, Lee RK, Bhattacharya SK. Aqueous humor dynamics: a review. Open Ophthalmol J. 2010 Sep 3;4:52-9.

(4)

Gabelt BT, Kaufman PL. Changes in aqueous humor dynamics with age and glaucoma. Prog Retin Eye Res. 2005 Sep;24(5):612-37. Review.

(5)

Malerbi FK, Hatanaka M, Vessani RM, Susanna R Jr. Intraocular pressure variability in patients who reached target intraocular pressure. Br J Ophthalmol.2005 May; 89(5):540-2.

(6)

Goldberg I, Clement CI. The water drinking test. Am J Ophthalmol. 2010 Oct; 150(4): 447-9.

(7)

Asrani S, Zeimer R, Wilensky J, Gieser D, Vitale S, Lindenmuth K. Large diurnal fluctuations in intraocular pressure are an independent risk factor in patients with glaucoma. J Glaucoma. 2000 Apr;9(2):134-42.

(8)

Vieira GM, Oliveira HB, de Andrade DT, Bottaro M, Ritch R. Intraocular pressure variation during weight lifting. Arch Ophthalmol. 2006 Sep;124(9):1251-4.

(9)

Aykan U, Erdurmus M, Yilmaz B, Bilge AH. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude variations during the Valsalva maneuver. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2010 Aug;248(8):1183-6. Epub 2010 Mar 24.

(10)

DN 27/10/2008

http://www.dn.pt/inicio/interior.aspx?content_id=1133670 (acedido em 8/09/2011)

(11)

Schuman JS, Massicotte EC, Connolly S, Hertzmark E, Mukherji B, Kunen MZ. Increased intraocular pressure and visual field defects in high resistance wind instrument players. Ophthalmology. 2000 Jan;107(1):127-33.

(12)

Kappmeyer K, Lanzl IM. [Intra-ocular pressure during and after playing high and low resistance wind instruments]. *Ophthalmologe*. 2010 Jan;107(1):41-6.

(13)

Barros DS, Bazzaz S, Gheith ME, Siam GA, Moster MR. Progressive optic neuropathy in congenital glaucoma associated with the Sirsasana yoga posture. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008 Jul-Aug;39(4):339-40.

(14)

Baskaran M, Raman K, Ramani KK, Roy J, Vijaya L, Badrinath SS. Intraocular pressure changes and ocular biometry during Sirsasana (headstand posture) in yoga practitioners. *Ophthalmology*. 2006 Aug;113(8):1327-32. Epub 2006 Jun 27.

(15)

Gallardo MJ, Aggarwal N, Cavanagh HD, Whitson JT. Progression of glaucoma associated with the Sirsasana (headstand) yoga posture. *Adv Ther*. 2006 Nov-Dec; 23(6):921-5.

(16)

Bertschinger DR, Mendrinos E, Dosso A. Yoga can be dangerous - glaucomatous visual field defect worsening due to postural yoga. *Br J Ophthalmol*. 2007 Oct;91(10):1413-4.

(17)

Teng C, Gurses-Ozden R, Liebmann JM, Tello C, Ritch R. Effect of a tight necktie on intraocular pressure. *Br J Ophthalmol*. 2003 Aug;87(8):946-8.

(18)

Talty P, O'Brien PD. Does extended wear of a tight necktie cause raised intraocular pressure? *J Glaucoma*. 2005 Dec;14(6):508-10.

(19)

Ma KT, Chung WS, Seo KY, Seong GJ, Kim CY. The effect of swimming goggles on intraocular pressure and blood flow within the optic nerve head. *Yonsei Med J*. 2007 Oct 31;48(5):807-9.

(20)

Szymański K, Winiarska K. Taurine and its potential therapeutic application. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 2008 Feb 25;62:75-86. Review.

(21)

Kang JH, Willett WC, Rosner BA, Hankinson SE, Pasquale LR. Caffeine consumption and the risk of primary open-angle glaucoma: a prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 May;49(5):1924-31.

(22)

Li M, Wang M, Guo W, Wang J, Sun X. The effect of caffeine on intraocular pressure: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011 Mar;249(3):435-42.

(23)

Read SA, Collins MJ. Water drinking influences eye length and IOP in young healthy subjects. *Exp Eye Res*. 2010 Aug;91(2):180-5.

(24)

Prata TS, De Moraes CG, Kanadani FN, Ritch R, Paranhos A Jr. Posture-induced intraocular pressure changes: considerations regarding body position in glaucoma patients. *Surv Ophthalmol*. 2010 Sep 10;55(5):445-53. Epub 2010 Jul 16. Review.

(25)

Jorge J, Ramoa-Marques R, Lourenço A, Silva S, Nascimento S, Queirós A, Gonzalez-Méijome JM. IOP variations in the sitting and supine positions. *J Glaucoma*. 2010 Dec;19(9):609-12.

(26)

Buys YM, Alasbali T, Jin YP, Smith M, Gouws P, Geffen N, Flanagan JG, Shapiro CM, Trope GE. Effect of sleeping in a head-up position on intraocular pressure in patients with glaucoma. *Ophthalmology*. 2010 Jul;117(7):1348-51.

(27)

Pasquale LR, Kang JH. Lifestyle, nutrition, and glaucoma. *J Glaucoma*. 2009 Aug;18(6):423-8. Review.

(28)

Qureshi IA, Xi XR, Huang YB, Wu XD. Magnitude of decrease in intraocular pressure depends upon intensity of exercise. *Korean J Ophthalmol*. 1996 Dec;10(2):109-15.

(29)

Passo MS, Goldberg L, Elliot DL, Van Buskirk EM. Exercise training reduces intraocular pressure among subjects suspected of having glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1991 Aug;109(8):1096-8.

(30)

Natsis K, Asouhidou I, Nousios G, Chatzibalis T, Vlasits K, Karabatakis V. Aerobic exercise and intraocular pressure in normotensive and glaucoma patients. *BMC Ophthalmol*. 2009 Aug 13;9:6.

(31)

Qureshi IA, Wu XD, Xi XR, Yang J, Huang YB. Resting intraocular pressure of steel factory workers is related to their physical fitness. *Ind Health*. 1997 Apr;35(2):259-63.

(32)

Gale J, Wells AP, Wilson G. Effects of exercise on ocular physiology and disease. *Surv Ophthalmol*. 2009 May-Jun;54(3):349-55. Review.

(33)

Marcus DF, Krupin T, Podos SM, Becker B. The effect of exercise on intraocular pressure. I. Human beings. *Invest Ophthalmol*. 1970 Oct;9(10):749-52.

(34)

Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks - a growing problem. *Drug Alcohol Depend*. 2009 Jan 1;99(1-3):1-10. Epub 2008 Sep 21. Review.

(35)

Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy beverages: content and safety. *Mayo Clin Proc*. 2010 Nov;85(11):1033-41. Review.

(36)

Ilechie AA, Tetteh S. Acute effects of consumption of energy drinks on intraocular pressure and blood pressure. *Clinical Optometry*. 2011 April. 3(1):5-12.

(37)

Pennay A, Lubman DI, Miller P. Combining energy drinks and alcohol - a recipe for trouble? *Aust Fam Physician*. 2011 Mar;40(3):104-7.

(38)

Pardo Lozano R, Alvarez García Y, Barral Tafalla D, Farré Albaladejo M. [Caffeine: a nutrient, a drug or a drug of abuse]. *Adicciones*. 2007;19(3):225-38. Review.

(39)

Chen K, Zhang Q, Wang J, Liu F, Mi M, Xu H, Chen F, Zeng K. Taurine protects transformed rat retinal ganglion cells from hypoxia-induced apoptosis by preventing mitochondrial dysfunction. *Brain Res*. 2009 Jul 7;1279:131-8.

(40)

Ajayi OB, Ukwade MT. Caffeine and intraocular pressure in a Nigerian population. *J Glaucoma*. 2001 Feb;10(1):25-31.

(41)

Steinke L, Lanfear DE, Dhanapal V, Kalus JS. Effect of "energy drink" consumption on hemodynamic and electrocardiographic parameters in healthy young adults. *Ann Pharmacother*. 2009 Apr;43(4):596-602.

(42)

Hashemi H, Kashi AH, Fotouhi A, Mohammad K. Distribution of intraocular pressure in healthy Iranian individuals: the Tehran Eye Study. *Br J Ophthalmol*. 2005 Jun;89(6):652-7. Review.

(43)

Ozcan MS, Praetel C, Bhatti MT, Gravenstein N, Mahla ME, Seubert CN. The effect of body inclination during prone positioning on intraocular pressure in awake volunteers: a comparison of two operating tables. *Anesth Analg*. 2004 Oct;99(4):1152-8.

(44)

Mori K, Ando F, Nomura H, Sato Y, Shimokata H. Relationship between intraocular pressure and obesity in Japan. *Int J Epidemiol*. 2000 Aug;29(4):661-6.

(45)

Lim L, Gazzard G, Chan YH, Fong A, Kotecha A, Sim EL, Tan D, Tong L, Saw SM. Cornea biomechanical characteristics and their correlates with refractive error in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 Sep;49(9):3852-7.

(46)

Jorge JM, González-Méijome JM, Queirós A, Fernandes P, Parafita MA. Correlations between corneal biomechanical properties measured with the ocular response analyzer and I Care rebound tonometry. *J Glaucoma*. 2008 Sep;17(6):442-8.

(47)

Schmidl D, Garhofer G, Schmetterer L. The complex interaction between ocular perfusion pressure and ocular blood flow - relevance for glaucoma. *Exp Eye Res*. 2011 Aug;93(2):141-55.

(48)

Klein BE, Klein R, Linton KL. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992 Jun;33(7):2224-8.

(49)

http://www.redbull.pt/cs/Satellite/pt_PT/red-bull-energy-drink/001243019134686
(acedido em 8/09/2011)